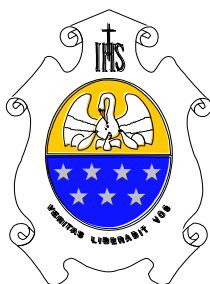




# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS



## **ANÁLISIS SENSORIAL DE UN ALIMENTO CON *UMAMI*, PARA SER UTILIZADO COMO ALTERNATIVA SABORIZANTE EN LA DISMINUCIÓN DE LA INGESTA DE SODIO**

Trabajo Final de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Católica de  
Córdoba conforme a los requisitos para la obtención del título de Magister en  
Tecnología de los Alimentos

Autora: Delia Analía Fajardo

CÓRDOBA – ARGENTINA

2014

## **DIRECTORA DEL TRABAJO FINAL**

Prof. Mg. Ana María Vázquez

Facultad de Ciencias Químicas

Universidad Católica de Córdoba

## **COMISIÓN DE TRABAJO FINAL**

Mg. Ana P. Zogbi

Mg. Gabriela I. Demmel

Mg. Adrián E. Garzón López

## AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro Señor, dador de fortaleza, iluminación y protección. Como dijo el salmista *“aunque pase por oscuras quebradas ningún mal temeré, me siento segura Señor porque Tú estás conmigo”*.

A toda mi familia por acompañarme, escucharme y alentarme en este camino.

A mi directora de tesis, Mg. Ana María Vázquez, por su tiempo y disposición, y por aportar su valiosa mirada científica en este trabajo de investigación.

A mi amiga del corazón y del alma, Clara Alonso, que con sus consejos y palabras me animó en todo momento a emprender y continuar estos estudios.

A la directora de la empresa en la que trabajo, Sra. Liliana Borgna, por su apoyo y confianza que depositó en mí, y por enseñarme a ‘ver más allá’.

A la Lic. Mariángeles Díaz Panero, que desde los laboratorios de la Universidad Católica de Córdoba colaboró generosamente en los análisis de las muestras, con la dedicación e idoneidad que la caracterizan.

A mi maestra y colega, Lic. Laura Nores, que me ayudo a discernir, me respaldó en esta elección y me aconsejó desde su reconocida experiencia y sapiencia.

A todos los distinguidos profesores que conformaron esta maestría, que de manera generosa transfirieron sus conocimientos y pericia desde una óptica científica actualizada y vanguardista.

A mis amigas: Cristina Rivero, Giselle Sosa, María Alba Olmedo, que de distintas maneras me contuvieron y ayudaron.

A mis queridos e invaluable compañeros del magister: Mariángeles Díaz Panero, Raúl Mauro, Guillermo Giambastiani, Gabriela Melo González, Andrea Tarditti, Santiago Scully, con quienes compartí los mejores momentos durante estos años de estudio.

A todas las personas que desinteresadamente colaboraron en la evaluación sensorial, sin las cuales no hubiese sido posible arribar a ninguna conclusión.

## DEDICATORIA

- A mi mamá, Ibe, por ser luz y ejemplo en mi vida.
- A mis hijas: María Victoria y Ana Belén, mis orgullos y alegría de mi alma.
- A mis hermanos: Meky, Nancy, María Rosa, Carlos y Jorge, mis apoyos y compañeros de camino.

# INDICE

---

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	4
2.1HIPÓTESIS.....	4
2.2 OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2.1Objetivos Específicos.....	4
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
3.1 EL GUSTO UMAMI.....	6
3.1.2 Características Físico Químicas.....	7
3.1.2 Funciones.....	8
3.1.3 Historia y Aislamiento del GMS.....	9
3.1.4 El GMS en el Organismo Humano.....	11
3.1.5 El <i>Umami</i> en los Alimentos.....	13
3.1.6 El GMS como Aditivo Alimentario.....	16
3.1.7 Producción Industrial de GMS.....	19
3.1.8 Fisiología del Gusto <i>Umami</i> .....	21
3.1.9 El GMS y su Incidencia en la Salud.....	27
3.1.9.1 Aporte Proteico.....	27
3.1.9.2 Síndrome del Restaurante Chino.....	28
3.1.9.3 Enfermedades Cardiovasculares.....	29
3.1.9.4 Hipogeusia.....	31
3.1.9.5 Obesidad.....	32
3.1.9.6 Diabetes.....	35
3.1.9.7 Otras Enfermedades.....	36

3.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS.....	36
3.2.1 Definición – Generalidades.....	36
3.2.2 Percepción Sensorial.....	38
3.2.3 Clasificación de las Pruebas de Evaluación Sensorial.....	39
3.2.4 Panel de Evaluación Sensorial.....	41
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
4.1 MUESTRAS CON UMAMI.....	43
4.1.1 Ingredientes.....	44
4.1.2 Elaboración.....	44
4.1.3 Dimensiones y Cantidades de Muestras.....	45
4.1.4 Codificación y Presentación.....	46
4.1.5 Neutralizantes.....	47
4.1.6 Instrumentos de Medición y Análisis.....	47
4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL.....	47
4.2.1 Pruebas Afectivas.....	47
4.2.1.1 Encuesta.....	48
4.2.1.2 Panel de Jueces.....	49
4.2.1.3 Relevamiento.....	50
4.3 DETERMINACIÓN DE SODIO.....	51
4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	52
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
5.1 ACEPTABILIDAD.....	53
5.2 REGUSTO.....	59
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>63</b>

# LISTA DE ABREVIATURAS

---

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología  
Médica

C.A.A: Código Alimentario Argentino

EUFIC: Consejo Europeo de Información sobre Alimentación

FAO: Organización de Alimentos y Agricultura

FASEB: Federación de la Sociedad Americana para Biología Experimental

FDA: Administración de Drogas y Alimentos

fMRI: Imagen por Resonancia Magnética Funcional

GMF: Guanilato Monofosfato

GMS: Glutamato Monosódico

GRAS: Generalmente reconocido como seguro

IDA: Ingesta Diaria Admisible

IGIS: Servicio Internacional Informativo de Glutamato

IMC: Índice de Masa Corporal

IMF: Inosinato Monofosfato

INS: Sistema de numeración Internacional

JECFA: Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios

NOAEL: Nivel sin Efecto Adverso Observado

OMS: Organización Mundial de la Salud

SCF: Comité Científico para Alimentos



# LISTA DE FIGURAS

---

Fig. 1	Glutamato monosódico.....	7
Fig. 2	Fórmula desarrollada del glutamato monosódico.....	7
Fig. 3	Contenido de ácido glutámico libre en el organismo humano.....	12
Fig. 4	Concentración de GMS durante la maduración.....	15
Fig. 5	Primeras producciones de GMS.....	19
Fig. 6	Flujo de producción del glutamato monosódico.....	20
Fig. 7	Distribución de las papilas.....	21
Fig. 8	Botón gustativo.....	22
Fig. 9	Localización de los receptores para el GMS.....	24
Fig. 10	Esquema de las Vías de Transducción.....	25
Fig. 11	Posibles vías de transducción de las señales de GMS.....	26
Fig. 12	Secuencia de la percepción sensorial.....	38
Fig. 13	Sensograma.....	39
Fig. 14	Clasificación de las Pruebas Sensoriales.....	40
Fig. 15	Ejemplo de escala hedónica gráfica.....	41
Fig. 16	Ingredientes.....	44
Fig. 17	Pesaje y cortado de ingredientes.....	44
Fig. 18	Unión de ingredientes.....	44
Fig. 19	División de muestras.....	45
Fig. 20	Llenado con manga.....	45
Fig. 21	Tamaño de las muestras.....	45
Fig. 22	Bandeja de presentación de las muestras durante la prueba.....	46
Fig. 23	Modelo de encuesta utilizado para el análisis sensorial .....	49
Fig. 24	Promedios de aceptabilidad para las distintas muestras.....	54
Fig. 25	Análisis de Componentes Principales.....	56
Fig. 26	Dendograma del Análisis de conglomerados con distancia Jaccard.....	57
Fig. 27	Niveles óptimos de GMS para caldo y arroz frito.....	58

# LISTA DE TABLAS

---

Tabla I:	Contenido de GMS en algunos alimentos.....	14
Tabla II	Clasificación de los jueces del panel sensorial.....	42
Tabla III	Frecuencias absolutas y porcentuales de consumidores por categoría de la escala hedónica de la prueba de aceptabilidad.....	53
Tabla IV	Medidas de tendencia central y de dispersión para aceptabilidad.....	55
Tabla V	Medidas de tendencia central y dispersión para contenido de sodio y cenizas totales.....	56

# RESUMEN

---

Según estudios realizados por distintos Organismos Internacionales, el consumo de sal (cloruro de sodio) a nivel mundial duplica las recomendaciones de ingesta de este condimento. Este elevado índice tiene una incidencia nefasta sobre el aumento de la presión arterial y se refleja claramente en el crecimiento de la tasa de mortalidad producida por enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer.

Reducir el consumo de sal es un objetivo propuesto por dichos Organismos, y es una prioridad en pacientes con patologías asociadas a ingesta de sal como factor de riesgo. En este marco, el presente trabajo plantea la incorporación del sabor *umami* como método efectivo para intensificar el sabor de los alimentos en remplazo de la sal común, a fin de disminuir el contenido de sodio y tratando de no comprometer la palatabilidad de los mismos.

Para ello se ha definido como objetivo general: realizar una evaluación sensorial de un alimento sin sal con la incorporación de glutamato monosódico en distintas proporciones para determinar cuál es la concentración de mayor aceptabilidad.

Se diseñó una preparación culinaria sin sal (soufflé de calabacín) tomada como muestra testigo, a partir de la cual se agregaron tres cantidades distintas de glutamato monosódico: 0,2%, 0,5% y 0,8% a fin de establecer, a través de un panel de catadores formado por 200 jueces no entrenados, la aceptabilidad de las distintas muestras.

En la recolección de datos se utilizó una escala hedónica numérica de 9 puntos, los cuales fueron procesados estadísticamente.

La formulación al 0,5% de GMS obtuvo una mayor puntuación, seguida muy de cerca por la de 0,8% de GMS. Se puede concluir que el agregado de glutamato monosódico en el alimento sin sal ensayado, logra una mayor aceptabilidad sensorial por parte de los consumidores, a la vez que disminuye la ingesta de sodio.

**Palabras clave:** glutamato monosódico, umami, escala hedónica numérica.

# SUMMARY

---

Studies carried out by various international organizations reported that the worldwide consumption of salt (sodium chloride) doubles salt's intake recommendations. This high rate yields disastrous results on the increase in blood pressure and on the rise of mortality rate from cardiovascular diseases and some types of cancer.

Such organizations' goal is to reduce salt's consumption, especially in patients who suffer from diseases related with salt intake as a risk factor.

In this context, this paper proposes the incorporation of umami as an effective method to enhance the flavor of food in replacement of common salt and to reduce the sodium content without damaging its palatability.

The general objective of this study is to conduct a sensory evaluation in some food without salt and to add monosodium glutamate in different proportions in order to determine the quantity that proves greater acceptability.

For that matter, a culinary preparation without salt (zucchini soufflé) was designed and taken as a control sample to which three different amounts of 0.2%, 0.5% and 0.8% MSG were added so as to establish the acceptability of the different samples. This was conducted by a panel of tasters formed by 200 untrained judges.

A numeric hedonic 9-point scale was used in the data collection, which was statistically processed.

The recipe with 0.5% MSG was the one that achieved the higher score, followed closely by the 0.8% MSG. Thus it can be concluded that the addition of MSG in foods without salt achieves higher sensory acceptability by consumers, while sodium intake decreases.

**Keywords:** MSG, umami, numeric hedonic scale.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

Según la Nueva Guía de consumo de sal y potasio publicada por la OMS (ONU 2013), los adultos no deberían superar los 5 gramos de sal común (cloruro de sodio) en su ingesta diaria, lo que equivale a alrededor de 2000 mg de sodio. En la misma recomendación señala que una persona con niveles altos en sodio y bajos en potasio tiene más posibilidades de padecer enfermedades relacionadas con la hipertensión como: cardiopatías, accidentes cerebrovasculares e insuficiencias renales crónicas.

Se ha informado también, que un aumento en el consumo de sal estaría relacionado con algunos tipos de cánceres: esófago, colon y recto, pulmón, útero, próstata, vejiga, riñón (De Stefani E *et al.* 2009).

En un Informe sobre la Salud en el Mundo de la misma Organización (OMS 2006) se estimó que el 62% de las enfermedades cerebrovasculares y el 49% de las cardiopatías isquémicas a nivel mundial fueron consecuencia de la elevación de la presión arterial. Señala además que la principal causa de muerte en adultos mayores de 60 años son las cardiopatías y la segunda causa en personas entre 15 y 59 años. El mismo Informe indica que la reducción de los riesgos relacionados con las enfermedades cardiovasculares, como la disminución del consumo de sal, son los más rentables en todos los ámbitos de aplicación.

En Argentina, según datos aportados por el Ministerio de Salud, el consumo de sal alcanza los 12 g diarios per cápita, convirtiéndose en un factor de riesgo elevado para la salud de la población.

Por otra parte, quien suscribe este estudio ha observado durante el desempeño de su actividad como profesional en el área de la Nutrición en diferentes nosocomios privados

de la Ciudad de Córdoba, que un alto porcentaje de personas que deben realizar una dieta hiposódica -como consecuencia de distintos tipos de patologías- se enfrentan a dificultades para cumplirla. Cabe recordar que las dietas hiposódicas son aquellas que contienen menos de 5 g de sal y las cantidades fluctúan –según la severidad de la afección- entre 0,5 g hasta 5 g de cloruro de sodio, lo que equivale a 200 mg hasta 2000 mg de sodio (Longo *et al.* 2002).

De acuerdo al comportamiento de los pacientes frente a la disminución de sodio en su alimentación, se advierte una alta resistencia para asumir las recomendaciones de consumo de sodio y adoptarlas como hábito alimentario. Esta conducta responde principalmente, a la falta de gusto en los alimentos, propiedad impartida de manera fundamental por el cloruro de sodio.

El presente trabajo surgió ante la necesidad de solucionar los inconvenientes que se presentan a la hora de indicar una disminución del sodio en la alimentación normal o en las dietas hiposódicas.

Es así que investigando entre las alternativas disponibles en la actualidad, se decidió utilizar el glutamato monosódico, principal componente del gusto *umami*, como opción a la sal de mesa, considerando sus propiedades como resaltador del sabor y bajo aporte de sodio.

Algunos estudios realizados con el fin de demostrar las características realzadoras del glutamato, ratifican esta hipótesis de manera significativa. Así por ejemplo, se efectuaron distintos análisis sensoriales en carnes (Lesbia M *et al.* 2002), en sopas de pollo (Gutierrez *et al.* 2006), en sopas de leguminosas (Garrido *et al.* 2009), en soluciones acuosas y sopas (Niño Orbegoso 2011), en puré de papa, espinaca y carne (Eseed *et al.* 2009), en cuyos corolarios se destaca la importancia de la adición de glutamato como intensificador del sabor propio de los alimentos.

Valorando el éxito de los resultados de las investigaciones previas, se tomó en cuenta las recomendaciones de algunos de ellos, esto es, desarrollar productos alimenticios con el agregado de glutamato pero sin la incorporación de sal común para disminuir el sodio sin comprometer la palatabilidad.

Con el objetivo general definido, se elaboró la presente tesis la que se estructuró sobre dos pilares:

- Una exhaustiva revisión bibliográfica acerca del glutamato, sus características, inocuidad, funciones y vías de transducción. Además se hizo especial referencia a su incidencia en la salud y en diversas patologías, teniendo en cuenta que los resultados del trabajo podrían ser de utilidad en el tratamiento de pacientes.
- Una evaluación sensorial, mediante la cual se valoró la aceptabilidad de las muestras, tomando como herramienta de medición una escala hedónica numeral. Se logró así, establecer el nivel más aceptado de glutamato en la preparación diseñada previamente.

La encuesta utilizada en la evaluación sensorial, se aplicó a una población de 200 personas sanas, cuyas edades fluctuaron entre 18 y 70 años, sin entrenamiento previo, en los meses de Mayo, Junio y Julio de 2013 en la Ciudad de Córdoba.

Los datos fueron volcados en el Programa Infostat, el que determinó medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desvío estándar) y técnicas estadísticas como: ANOVA no paramétrica (Kruskal Wallis), prueba de Dunn, Chi cuadrado, Análisis Multivariante, para definir si existen o no diferencias significativas entre las muestras sin sal y con distintas concentraciones de glutamato.

## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

---

### 2.1. HIPÓTESIS

El agregado de glutamato monosódico en alimentos sin sal, logra una mayor aceptabilidad sensorial por parte de los consumidores, a la vez que disminuye la ingesta de sodio.

### 2.2. OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación sensorial de aceptabilidad de un alimento sin sal con la incorporación de glutamato monosódico en distintas proporciones a fin de comparar con el alimento base sin sal y determinar la concentración de mayor aceptabilidad.

#### 2.2.1 Objetivos Específicos

- a) Diseñar y estandarizar un alimento sin sal (muestra testigo) al que se le agregará GMS en tres distintas concentraciones, a saber: 0,2%, 0,5% y 0,8%.
- b) Confeccionar la planilla de la encuesta incluyendo una Escala Hedónica de 9 puntos para identificar el grado de aceptación sensorial para el atributo “*gusto*”.



- c) Realizar la evaluación sensorial de las cuatro preparaciones (una sin sal y tres con diferentes dosis de GMS) a una población total de doscientos jueces no entrenados.
- d) Comparar el atributo “*regusto*” entre la muestra testigo y la de 0,8% de GMS.
- e) Comparar estadísticamente la aceptabilidad de la muestra sin sal con las muestras con agregado de GMS.
- f) Determinar, a través del análisis estadístico de los datos, la concentración de GMS de mayor aceptabilidad para proponerla como alternativa saborizante en comidas hiposódicas.
- g) Determinar la concentración de sodio total en las distintas formulaciones, a través de un método analítico adecuado.

## 3. MARCO TEÓRICO

---

### 3.1. EL GUSTO UMAMI

*“El descubrimiento de un nuevo plato hace más por la felicidad de la humanidad que el descubrimiento de una estrella”*, esta frase de Brillat-Savarin sirve de sustento para añadir que el hallazgo del *umami* ha contribuido al deleite de diversas preparaciones en la cocina de todo el mundo.

La palabra *umami* es de origen japonés, su significado es de difícil traducción pero en términos generales podemos definirlo como: “delicioso”, “sabroso”, que denota el sabor agradable de un alimento (Halpern 2002). El sabor *umami* está determinado por la sal sódica del ácido glutámico, aminoácido no esencial presente en las proteínas tanto del cuerpo humano como de variados alimentos y proporciona un sabor único, distinto de las otras modalidades gustativas: dulce, salado, ácido y amargo (Yasumatsu *et al.* 2012, Gary Beauchamp 2009, Sugimoto *et al.* 2005). Por haber sido el último en aceptarse como un gusto que difiere de los demás se lo denominó “el quinto sabor” (Jinap *et al.* 2010).

El glutamato monosódico (en adelante GMS) interactúa sinérgicamente con otros dos 5´ribonucleótidos: el inosinato monofosfato (IMP) y el guanilato monofosfato (GMP), con los cuales potencia su capacidad umami en los alimentos (Yasumatsu *et al.* 2012, Kinnamon 2009, San Gabriel 2009) y reduce su umbral de detección (Ghirri *et al.* 2012, Garrido *et al.* 2009, Gutierrez *et al.* 2006, Yamaguchi *et al.* 2000)

### 3.1.2 Características Físico-Químicas



**Fig. 1** Glutamato monosódico

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Glutamato>

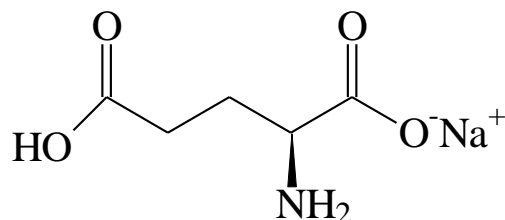
El GMS es un polvo cristalino de color blanco o gris claro (similar a la sal de mesa).

Es muy soluble en agua pero no es higroscópico, e insoluble en solvente orgánicos; en general es estable en condiciones de procesamiento de los alimentos.

Durante la cocción y a temperaturas elevadas puede presentar “reacciones de Maillard” cuando se asocia con un azúcar, por lo cual puede modificar su coloración o la del alimento involucrado.

Sabor: el GMS puro es desagradable (Fernstrom 2009) y se lo ha descrito como amargo, salado o jabonoso (Halpern 2002) no así cuando se lo combina en pequeñas concentraciones a alimentos (Gary Beauchamp 2009)

Fórmula desarrollada:



**Fig. 2** Fórmula desarrollada del glutamato monosódico

Fórmula molecular:  $\text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4$

Contenido de sodio: 12,3% vs 39,3 del cloruro de sodio (Niño Orbegoso 2011)

En la naturaleza se encuentra de dos formas:

- *Ligado*: formando parte de las proteínas junto a otros aminoácidos.
- *Libre*: en tejidos animales y vegetales, o como producto de la hidrólisis proteica. Esta forma es la que confiere el sabor característico *umami* (International Glutamate Information Service 2013).

### 3.1.2 Funciones

El glutamato monosódico natural o el que se añade a los alimentos actúa mejorando o potenciando la respuesta de aceptación de los mismos (Bellisle 2008), incrementando la sensación de dulzor en alimentos ácidos, amplificando la sensación ocasionada por distintas sustancias, alterando el tiempo de residencia de las mismas en los receptores gustativos (Badui Dergal 2006, Garrido *et al.* 2009) e interactuando con los otros sabores obteniendo un mayor impacto, complejidad, persistencia y armonización del sabor (Niño Orbegoso 2011).

El GMS ejerce significativas funciones metabólicas en el aparato digestivo. En este sentido el GMS promueve la secreción de saliva de las glándulas parótidas lo cual indica que interviene en la fase cefálica de la regulación de la digestión de los hidratos de carbono (Ghirri *et al.* 2012) (siendo los procesos de hidrólisis de los mismos los que se inician a partir de la ptialina presente en la saliva).

En recientes estudios se demostró que gran parte del GMS de la dieta contribuye en la generación de energía en el intestino y también se lo sugiere como principal precursor de glutatión, arginina y prolina en la mucosa del intestino delgado (Torii 2012, Jinap *et al.* 2010, Burrin *et al.* 2009, Reeds *et al.* 2000).

Por otra parte, y además de involucrarse en la percepción del sabor y metabolismos intermedios, el glutamato es un neurotransmisor excitatorio del Sistema Nervioso Central (Ghirri *et al.* 2012), (provocando la apertura de canales glutamatérgicos, los cuales sólo permiten el paso de iones de sodio. Por ello, se clasifica al glutamato como neurotransmisor excitatorio) participando en el 85% de todas las sinapsis en la corteza cerebral (Fernstrom 2009) y su actividad regula la plasticidad sináptica, el aprendizaje, la memoria, la actividad motora, y el desarrollo neuronal (Torii 2012). Sin embargo, la barrera cerebral para la sangre, que vigila qué tipo de moléculas pueden entrar en el

cerebro, no admite su acceso. Por consiguiente el cerebro tiene que sintetizar su propio glutamato a partir de la glucosa y otros aminoácidos prescindiendo del GMS libre proveniente de la absorción entérica (Hawkins 2009).

### 3.1.3 Historia y Aislamiento Del GMS

Si bien es sabido que el sabor umami es típico de la cocina oriental y que sus bondades son recientemente reconocidas por los consumidores occidentales (Bellisle 2008), es curioso observar que la contribución del GMS a la palatabilidad de la comida se remonta a las civilizaciones griegas y romanas (Curtis 2009).

Hace 2000 años los romanos consumían muchos alimentos que contenían sustancias naturales *umami*, tales como champiñones, carnes de cerdo y pollo, mariscos, sardinas. Uno de los principales condimentos que usaban era la salsa de pescado fermentada, más conocida como “*garum*”.

La salsa de pescado contiene un amino ácido libre en cantidades significativas: el glutamato, el cual está presente en concentraciones aproximadas de 1300mg/100 mL de salsa y se obtiene a través de la fermentación y maduración en condiciones que favorecen la hidrólisis de las proteínas de pescado mediante la proteólisis enzimática endógena (Ghirri *et al.* 2012).

Su aporte nutricional es de alto valor biológico por el contenido de amino ácidos.

Se sabe además, por estudios arqueológicos realizados, que la salsa de pescado era un próspero negocio ya que era utilizado como un popular condimento al que accedían personas de todas las clases sociales (Curtis 2009), y que se encontraron también más de cien fábricas de salmuera de pescado a lo largo de la costa del Mediterráneo.

La receta del “*garum*” se transmitió de generación en generación y en algunos monasterios era considerado un “medicamento secreto” que tenía efectos sobre el apetito (International Glutamate Information Service 2013) .

Pero el reconocimiento de los atributos sensoriales del GMS tiene una historia más reciente. En 1825 Brillat-Savarin propuso en su libro “La fisiología del gusto” el término

“*osmazomo*” para identificar el “sabor a carne” en salsas y sopas (Brillat-Savarin 1869). No obstante, Savarin no pudo determinar cual era la sustancia principal (Yamaguchi *et al.* 2000).

En 1866 Karl Ritthausen, científico alemán, descubrió el ácido glutámico a partir de los estudios que realizaba sobre la proteína de trigo, pero no lo relacionó con un gusto distinto (Cubero *et al.* 2002, Sano 2009, Gary Beauchamp 2009).

Este sabor característico fue descubierto y aislado por primera vez en 1908 por un profesor de química de la Universidad Imperial de Tokio, Kikunae Ikeda (Kinnamon 2009, Sano 2009, Kurihara 2009)

Su investigación tuvo base en observaciones realizadas sobre el sabor típico del “*dashi*”, una sopa cuyo ingrediente principal es el alga “*Laminaria japónica*” (Sugimoto *et al.* 2005, Lindemann *et al.* 2002) y que según él tenía un sabor definitivamente diferente a los cuatro gustos conocidos hasta entonces (Kurihara 2009) y por lo tanto se trataba de un “quinto sabor”.

El profesor Ikeda inició así un largo camino de investigación hasta lograr aislar la sustancia esencial del *dashi*, mediante procedimientos de la química tradicional que consistían en: extracción acuosa y de contaminantes por cristalización, precipitación y numerosos pasos que finalmente y bajo presión de evaporación dieron como resultado la cristalización lenta de un solo componente cuya fórmula correspondía a la del ácido glutámico (San Gabriel 2009, Lindemann *et al.* 2002). Demostró también que dicho aminoácido podía aislarse de la proteína animal o vegetal hidrolizada neutralizándolo con una sal sódica (Cubero *et al.* 2002).

Sin embargo, los resultados de la investigación de Ikeda no fueron muy bien recibidos por la comunidad científica, en parte porque los primeros informes publicados por el investigador japonés fueron escritos en su idioma, o tal vez por falta de palabras tradicionales para definir el *umami* en los idiomas occidentales o por la creencia de algunos científicos que dicho sabor resultaba de la combinación de los otros gustos (Gary Beauchamp 2009, Yamaguchi *et al.* 2000).

Desde entonces y a lo largo de todo el siglo XX numerosas investigaciones tuvieron como objetivo determinar los mecanismos gustativos que reconocieran al *umami* como un gusto único.

Así por ejemplo, en la década del 50, una serie exhaustiva de estudios sobre el GMS tuvieron lugar en la Intendencia Food Container Institute de Chicago para poner a prueba la utilidad del mismo como mejorador de los platos del menú del Ejército norteamericano. La investigación involucraba a 2150 individuos en las pruebas de preferencia de 50 recetas. Los resultados indicaron que 25 recetas se mejoraban con la adición de GMS mientras que 18 no modificaban su sabor (Gary Beauchamp 2009, Yamaguchi *et al.* 2000).

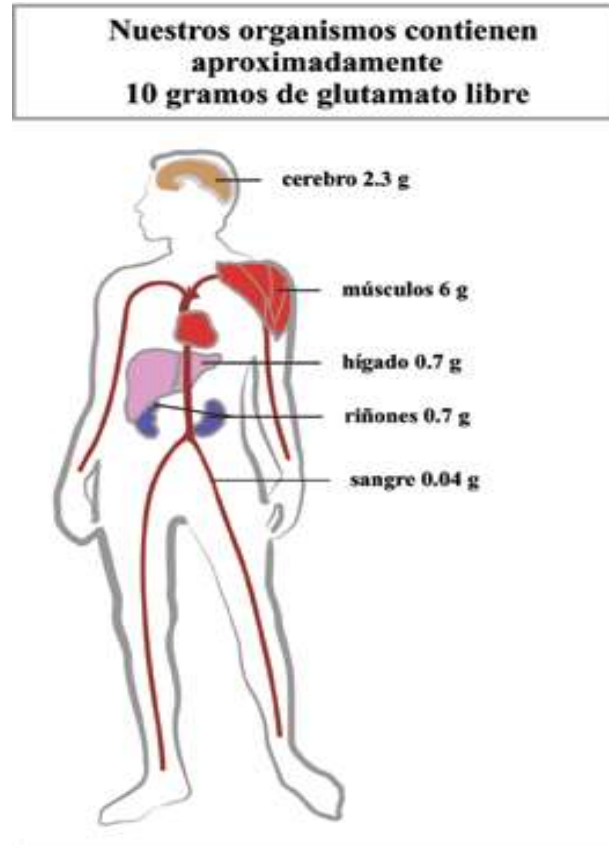
Por otra parte, en 1987 un desarrollo de escalamiento multidimensional realizado por Yamaguchi en el que comparó las similitudes de la percepción del sabor entre el glutamato (*umami*), la sacarosa (dulce), el cloruro de sodio (salado), el ácido tartárico (ácido) y el sulfato de quinina (amargo), así como también las díadas, tríadas y combinaciones de los cuatro y cinco compuestos (Gary Beauchamp 2009) hizo posible estudiar la composición de las características del gusto a través del cual se pudo demostrar que el *umami* tiene un “espacio de sabor” que lo sitúa por fuera del gusto tetraedro (Sugimoto *et al.* 2005, Shi *et al.* 2004).

Pero fue a partir de la identificación molecular de receptores específicos para el glutamato (hecho ocurrido entre los años 1999 y 2000) que el *umami* fue completamente aceptado en calidad de sabor único (Kinnamon 2009). A partir de allí, las investigaciones han ido profundizando en el hallazgo de distintos receptores y mecanismos de transducción para el GMS.

### 3.1.4 El GMS en el Organismo Humano

El glutamato, por ser un amino ácido no esencial, es producido en el organismo para la síntesis proteica y otras funciones ya señaladas. Se encuentra en una cantidad cercana a los dos kilos de glutamato natural en la masa muscular, encéfalo, riñones, hígado,

tejidos y órganos. (Walker *et al.* 2000, International Glutamate Information Service 2013). En la fig. 3 podemos observar el glutamato libre distribuido en el organismo.



**Figura 3:** Contenido de ácido glutámico libre en el organismo humano.

Fuente: (International Glutamate Information Service 2013)

Una dieta normal aporta alrededor de 10 g a 20 g de GMS ligado al día (entre 100 y 150mg/kg en una persona de 70 kg) en forma de proteínas, y sólo 0,4 g a 3 g se consumen en forma de aditivo (Niño Orbegoso 2011, International Glutamate Information Service 2013).

Tanto el glutamato libre y ligado que se encuentra en la naturaleza como el GMS que se agrega en forma de aditivo se metabolizan en el intestino de la misma manera (Jinap *et al.* 2010). Del total de GMS de la dieta más del 95% es utilizado para la producción de energía generando ATP (adenosin trifosfato) (San Gabriel 2009) o convirtiéndose en otro aminoácido (Ghirri *et al.* 2012). Sólo el 4% pasa al torrente sanguíneo como GMS libre.



En la leche materna el contenido de glutamato libre es considerablemente elevado (Gary Beauchamp 2009), representando el 50% del total de aminoácidos libres (Yamaguchi *et al.* 2000), siendo su ingesta una de las primeras experiencias sensoriales, además de facilitar la digestión proteica (San Gabriel 2009).

Si lo comparamos con la leche de vaca su concentración es casi diez veces mayor en la leche humana (International Glutamate Information Service 2013). Esto sugiere que la exposición al glutamato durante la lactancia podría influenciar en la aceptabilidad de su gusto en los niños (Yamaguchi *et al.* 2000).

Al respecto, investigaciones realizadas en lactantes mediante el suministro de caldos con y sin GMS, para luego evaluar sus expresiones faciales, concluyeron que hay un componente innato del gusto umami (Gary Beauchamp 2009).

Un estudio mas reciente en el que se analizó el efecto de la leche materna en la aceptación del sabor a los 6 y 12 meses, determinó que los bebés de 6 meses prefieren las soluciones dulces, saladas y umami. Esto indica que más allá de los beneficios conocidos de la alimentación materna, la lactancia prolongada podría tener un impacto sobre las preferencias sensoriales al inicio de la alimentación complementaria (Schwartz *et al.* 2012).

### 3.1.5 El Umami en los Alimentos

La palatabilidad, definida como la apreciación subjetiva proporcional al placer que se experimenta al degustar un alimento, promueve la selección, la ingesta y digestión de los mismos. En este sentido, el glutamato y los 5'ribonucleótidos responsables de impartir el gusto *umami*, están presentes en una variedad de alimentos y desempeñan un papel importante en su aceptación (Yamaguchi *et al.* 2000).

Los alimentos ricos en proteínas son generalmente los que contienen mayor cantidad de GMS natural: carnes, quesos de pasta madura, tomates, algas, mariscos, pescados, hortalizas, embutidos, salsa de soja, salsa de pescado. Además de su presencia en forma natural, puede ser añadido como aditivo. Se lo usa frecuentemente en sopas,

salsas, productos congelados, extractos de carne y verduras, comidas procesadas industrialmente.

En la Tabla I están indicadas algunas cantidades presentes de manera natural en los alimentos.

**Tabla I:** Contenido de GMS en algunos alimentos.

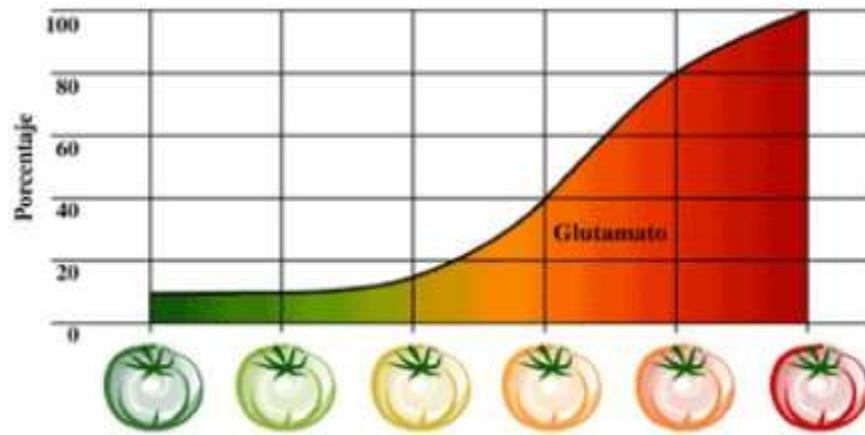
Fuente: (International Glutamate Information Service 2013)

ALIMENTO	CONTENIDO DE GMS mg/en 100 g
Kombu	2240
Alga Nori	1378
Queso Parmesano	1680
Jamón Crudo	337
Queso Emmental	308
Tomate	246
Queso Cheddar	182
Arvejas	106
Cebolla	51
Espárrago	49
Espinaca	48
Pollo	22
Carne Vacuna	10

Es interesante considerar cómo los procesos de maduración en ciertos tipos de alimentos promueven la palatabilidad.

Así vemos por ejemplo que dentro de una misma variedad de tomate se produce un aumento drástico de glutamato libre durante la maduración, proceso acompañado por cambios químicos y metabólicos que se combinan con azúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos libres (especialmente GMS) que mejoran sustancialmente el sabor del fruto (Ghirri *et al.* 2012).

La figura 4 muestra cómo la concentración de glutamato en los tomates aumenta durante el proceso de maduración, a más de 100 mg por 100 mL de jugo.



**Fig. 4** Concentración de GMS durante la maduración

Fuente: [http://www.glutamate.org/es/media/Glutamato\\_sabor\\_suave.php](http://www.glutamate.org/es/media/Glutamato_sabor_suave.php)

Así mismo, la maduración es una etapa fundamental en los alimentos de origen animal, como los quesos. En éstos, la formación del sabor está favorecida por el desarrollo de compuestos volátiles sintetizados a partir de la proteólisis de la caseína y la fermentación láctea de la microflora nativa. Los productos de la hidrólisis proteica, aminoácidos como la leucina, valina, lisina y el glutamato, son en definitiva los responsables de mejorar el sabor y la textura (Ghirri *et al.* 2012) y el aumento de los mismos es utilizado como indicador de maduración de los quesos (Yamaguchi *et al.* 2000)

Procesos proteolíticos importantes también se realizan durante el curado de la carne, como ocurre con el jamón. El catabolismo de grasas y proteínas es catalizado por enzimas endógenas y las producidas por levaduras, mohos y bacterias gram-positivo. Estas reacciones químicas y biológicas tienen gran impacto sobre el producto final evidenciándose en el aumento de glutamato y otros aminoácidos que terminan aportando el sabor característico al jamón (Ghirri *et al.* 2012, International Glutamate Information Service 2013).

Por otra parte, también el procesamiento térmico favorece el desarrollo de moléculas relacionadas con el incremento de sabor. El secado por ejemplo, potencia el *umami* y el salado, tal es el caso de tomates y setas (Ghirri *et al.* 2012). Este hecho se produce por

el desarrollo de reacciones de Maillard entre el ácido glutámico y azúcares como la glucosa que originan moléculas con atributos sápidos (Montejo 2011).

### 3.1.6 El GMS Como Aditivo Alimentario

Según el Codex alimentarius un aditivo es toda sustancia que se agrega intencionalmente a un alimento, independientemente de su valor nutricional, con fines tecnológicos en cantidades controladas (Ibañez *et al.* 2003).

Los aditivos deben tener una finalidad útil comprobable y deben ser sometidos a una evaluación científica estricta y acabada con el objeto de avalar su seguridad antes de aprobar su uso (EUFIC 2006).

Existen muchos organismos internacionales como el JECFA<sup>1</sup> perteneciente a la FAO<sup>2</sup> y a la OMS<sup>3</sup>; el SCF<sup>4</sup> de la Comisión Europea; el FASEB<sup>5</sup> de la FDA<sup>6</sup> de los Estados Unidos; y a nivel nacional el C.A.A<sup>7</sup>, que se encargan de valorar la seguridad de los aditivos basados en la revisión de todos los datos disponibles a nivel toxicológico, incluyendo los resultados de pruebas realizadas en animales y humanos. De acuerdo a las conclusiones que obtienen pueden determinar los niveles dietéticos admisibles sin que tengan efectos tóxicos comprobables. Dicho contenido se conoce como NOAEL (Nivel sin Efecto Adverso Observado), y se utiliza para calcular el IDA (Ingesta Diaria Admisible) para cada aditivo.

En este marco y debido a que el GMS tiene un uso extenso como potenciador y resaltador del sabor, numerosos estudios se han realizado para investigar su inocuidad y eficacia.

---

<sup>1</sup> JECFA: Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios

<sup>2</sup> FAO: Organización de Alimentos y Agricultura

<sup>3</sup> OMS: Organización Mundial de la Salud

<sup>4</sup> SCF: Comité Científico para Alimentos

<sup>5</sup> FASEB: Federación de la Sociedad Americana para Biología Experimental

<sup>6</sup> FDA: Administración de Drogas y Alimentos

<sup>7</sup> C.A.A: Código Alimentario Argentino

La FDA lo ha incluido en la lista de alimentos GRAS<sup>8</sup> ( por su sigla en inglés), lo cual significa que el glutamato monosódico libre que se agrega como aditivo en la elaboración de distintos productos alimentarios es inocuo para el uso al que está destinado (International Glutamate Information Service 2013).

Así mismo la FDA requiere que todos los alimentos que contengan GMS sean declarado en la rotulación del envase como glutamato monosódico (FDA 2012), no así el GMS que contienen los alimentos de forma natural o por procesos propios de maduración, como en el caso de tomates, quesos, jamón, hongos.

En 1987 el JECFA confirmó que el GMS era inocuo para el consumo humano y determinó que no era necesario establecer una IDA numérica. En este mismo sentido, el SCF reafirmó la inocuidad del GMS y se pronunció en iguales términos.

No obstante, fijó un límite de 10 g/kg de glutamato y sales presentes en los productos alimentarios, salvo para los alimentos no elaborados, los alimentos infantiles (en los que el GMS y sales no están permitidos) y en especias y condimentos , para los que no se establece ningún tope máximo (Ghirri *et al.* 2012).

La misma Comisión utiliza para clasificar a los aditivos el número E, el cual señala que la sustancia ha sido aprobada por dicho Organismo. En el caso del GMS, el número que los identifica es el E 620 para el ácido glutámico y el E 621 para su sal sódica (EUFIC 2006, Tagua 2012). Al respecto, el C.A.A establece como sistema de numeración el INS<sup>9</sup>, y en el caso del GMS corresponde el INS 621, que pertenece a la categoría EXA, nombre que agrupa a los aditivos que resaltan el sabor (ANMAT 2013).

El FASEB, en un informe emitido en 1995 y que fue fruto de una extensa investigación, concluyó que no existe diferencia entre el glutamato libre presente en forma natural en los alimentos (como tomate, quesos, jamón, salsa de soja) y el glutamato libre que se obtiene de la hidrólisis proteica y que se agrega como aditivo (FDA 2012).

La cantidad de GMS que se usa normalmente en una receta oscila entre el 0,1% al 0,8%, valor que es similar al GMS natural encontrado en los platos tradicionales (International Glutamate Information Service 2013, Gutierrez *et al.* 2006).

---

<sup>8</sup> GRAS: Generalmente reconocido como seguro

<sup>9</sup> INS: Sistema de numeración Internacional, Codex Alimentarius FAO/OMS

Cabe destacar que la ingesta de GMS, al igual que la sal de mesa, es “autolimitante” (Yamaguchi *et al.* 2000). Esto significa que la adición de cantidades superiores al límite sugerido no agrega sabor, sino que puede resultar contraproducente al empeorar el sabor del alimento.

Sin embargo para cada alimento hay una concentración óptima que varía de acuerdo a los gustos individuales, tal como ocurre con el dulzor o el gusto salado (Eseed *et al.* 2009, Bellisle 2008).

Estudios efectuados en poblaciones europeas determinaron que las cantidades sugeridas tienden a ser mayores (entre 0,6% a 1,2%) que las informadas para los consumidores asiáticos. Este resultado puede deberse a la escasa conciencia del gusto *umami* en los occidentales, o bien a que la percepción gustativa tiene variación genética (Bellisle 2008).

En otro estudio realizado en Italia con un panel de jueces especialmente entrenados para el reconocimiento del *umami*, en una comida típica, con y sin el agregado de queso parmesano (rico en GMS), se obtuvieron interesantes resultados. Los panelistas, 12 en total, fueron adiestrados utilizando soluciones de agua con GMS. Durante la prueba, la mayoría pudo distinguir las sensaciones *umami* provocadas por el glutamato, como así también lograron determinar la mejora impartida por el queso parmesano, (Sinesio *et al.* 2008).

En la cocina italiana, muchas comidas utilizan ingredientes y condimentos con alto contenido *umami* (como la salsa de tomates, caldos de carne, quesos de pasta madura). Sin embargo los consumidores italianos no son conscientes y no detectan con facilidad la presencia del GMS. Las conclusiones de esta investigación indican que con una formación adecuada los occidentales pueden identificar el sabor *umami* (Sinesio *et al.* 2008).

Similares resultados se hallaron en un trabajo realizado entre dos poblaciones europeas: 105 alemanes y 97 noruegos. En este caso se investigaron las diferencias individuales entre la percepción del *umami* y su familiaridad con el mismo. Para ello se utilizó una encuesta y una evaluación psicofísica (Singh *et al.* 2010). Las conclusiones del estudio revelaron que la generalidad de los participantes de ambas colectividades

no conocían el sabor *umami* y hasta se mostraron escépticos al GMS (Singh *et al.* 2010).

### 3.1.7 Producción Industrial de GMS

Desde el descubrimiento del *umami* en 1908 por el Dr. Ikeda, su producción a nivel industrial fue constante, tratando de satisfacer la creciente demanda que se inició primeramente en oriente para luego expandirse a occidente.

Podemos dividir la historia de la producción de GMS en tres etapas:

- 1909-1962 *Método de extracción*: la primera producción de aminoácidos a escala industrial se realizó a partir de la hidrólisis de proteína vegetal (tomando como sustrato el gluten de trigo) con ácido clorhídrico para interrumpir los enlaces peptídicos.

Comprendía tres etapas: extracción, aislamiento y purificación.

Era un método eficaz pero altamente peligroso para los trabajadores, que debían exponerse a condiciones insalubres por la acción del cloruro de hidrógeno gaseoso que se liberaba al medio ambiente (Sano 2009)

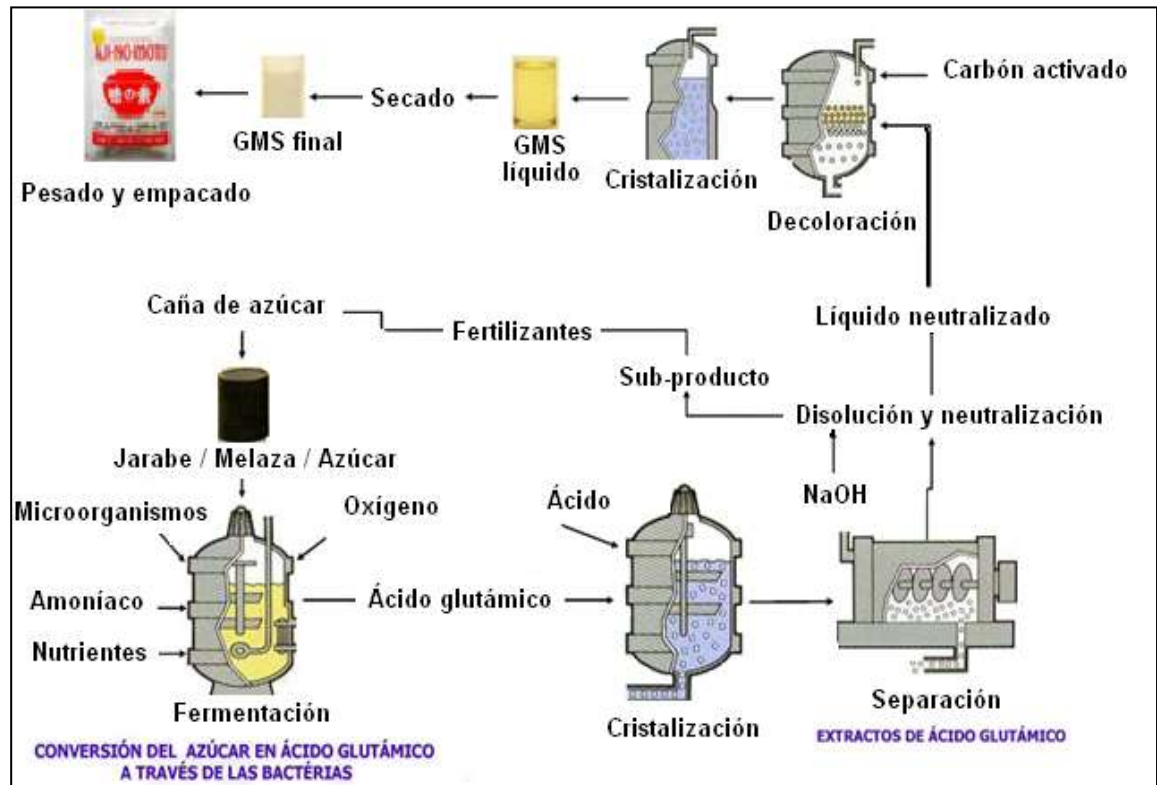


**Fig. 5** Primeras producciones de GMS

Fuente: (Sano 2009)

- 1962-1973 *Método de síntesis química*: el desarrollo de un nuevo proceso que preservara la salud de los operarios y el cuidado de las instalaciones, derivó en la síntesis química del GMS utilizando acrilonitrilo como sustancia de partida (Sano 2009).
- 1973-2014 *Método de fermentación bacteriana*: en la actualidad, la producción de glutamato monosódico ha sido mejorada mediante la fermentación bacteriana. El microorganismo seleccionado (*Corynebacterium glutamicus*) se cultiva en un medio líquido que contiene hidratos de carbono simples, melazas o almidón como sustrato de la reacción. La bacteria es capaz de producir y liberar ácido

glutámico, el cual se acumula en el medio y posteriormente es separado por filtración, purificación y transformado por neutralización en glutamato monosódico. Después de una purificación adicional, cristalización, y secado, un polvo blanco de glutamato monosódico esta listo para ser usado como potenciador del sabor (Sano 2009).



**Figura 6:** Flujo de producción del glutamato monosódico.

Fuente: [http://www.glutamate.org/es/media/Glutamato\\_sabor\\_suave.php](http://www.glutamate.org/es/media/Glutamato_sabor_suave.php)

- La melaza es bombeada desde los tanques de almacenamiento a los de tratamiento donde será calentada a 120° C durante 5 minutos para matar las bacterias presentes.
- La melaza es mezclada con amoníaco, formando un caldo que es fermentado en condiciones de aerobiosis durante 40 hs a 30° C. Posteriormente es cultivado con *Corynebacterium glutamicus*.
- El caldo concentrado es acidificado con ácido clorhídrico para producir ácido glutámico cristalizado. El licor madre de la cristalización se concentra y se utiliza como fertilizante.
- El caldo de ácido glutámico es neutralizado con hidróxido de sodio para producir GMS de forma cruda.



- El GMS líquido es transferido a un evaporador donde es concentrado y refinado.
- Los cristales de GMS son centrifugados y secados para finalmente ser envasados.

Este método de obtención mediante fermentación bacteriana tiene como ventajas la disminución de costos de producción y control de la carga del medio ambiente.

La producción actual de GMS supera los 2,5 millones de toneladas por año, con un aumento en la demanda calculada en un 3% anual (Torii 2012, Sano 2009).

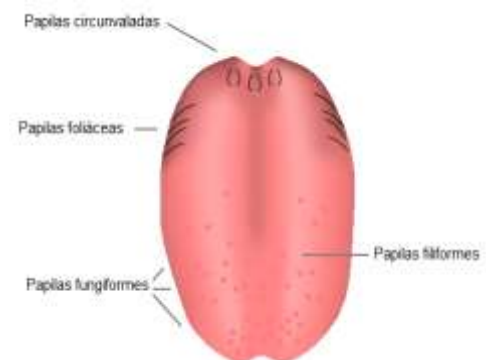
### 3.1.8 Fisiología del Gusto *Umami*

Los procesos de reconocimiento y respuesta de las células gustativas a los estímulos específicos, mecanismos recientemente descubiertos, le otorgaron al *umami* la categoría de “quinto sabor”.

El gusto es el sentido mediante el cual se perciben las sensaciones que se originan en las células especializadas de la boca, las que pueden detectar sustancias químicas disueltas en la saliva. (Fuentes *et al.* 2010)

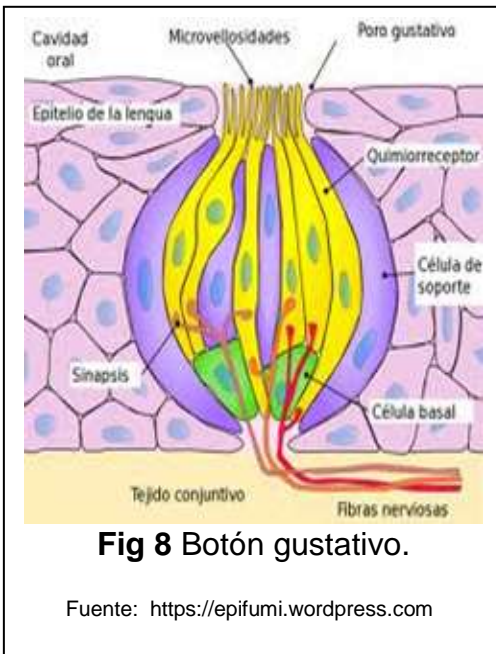
La lengua es la estructura anatómica por excelencia del gusto y en donde se localizan la mayoría de sus receptores. En su superficie, de apariencia aterciopelada, se encuentran las papilas gustativas, las cuales se clasifican en:

- Calciformes o circunvaladas: en la zona posterior distribuidas en forma de “V”
- Fungiformes: en los dos tercios anteriores
- Foliadas: en los bordes laterales formando pequeños surcos
- Filiforme: cubren la totalidad de la parte anterior (Smith *et al.* 2004)



**Fig. 7** Distribución de las papilas

Fuente: [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org)



Las células neuroepiteliales, especializadas en transmitir las señales gustativas, se encuentran alojadas dentro de los *botones gustativos* y éstos a su vez, dentro de las *papilas gustativas*.

Los botones gustativos son corpúsculos en forma de bulbo con una apertura superior o también llamado poro gustativo. Las células gustativas, en número de cincuenta a cien por botón, presentan unas proyecciones, las microvellosidades, que sobresalen del poro gustativo. Es precisamente en este sitio en donde las sustancias químicas disueltas en la saliva entran en contacto con las células gustativas (Smith

*et al.* 2004) a través de los receptores que se encuentran en sus membranas. Los intercambios que se producen originan una cascada de reacciones dentro de las células gustativas que terminan con la emisión de señales químicas que se traducen en impulsos enviados al cerebro (Smith *et al.* 2004).

Las células gustativas tienen carga negativa en su interior y carga positiva en el exterior. Las señales actúan aumentando las cargas positivas en el interior celular lo que produce una despolarización que promueve la liberación de neurotransmisores. Estas moléculas a su vez, estimulan en las neuronas periféricas cercanas a las células gustativas la transmisión de mensajes eléctricos al cerebro (Smith *et al.* 2004). Las sustancias sápidas no tienen gusto, sino que en realidad son la llave que dan paso al complicado proceso de percepción (Montejo 2011).

Este mecanismo, en el que las células gustativas traducen los estímulos a lenguaje celular, con la intervención de segundos mensajeros que facilitan la despolarización, lo que conlleva a la liberación de neurotransmisores, es lo que se conoce como “transducción”.

Por otro lado, los receptores pueden ser de dos tipos:

- Ionotrópicos: en los que la proteína receptora es un canal iónico.

- Metabotrópicos: en los cuales la proteína receptora está asociada a una proteína G o gustoducina. Dentro de este grupo se encuentran los TR (Taste Receptor) (Fuentes *et al.* 2010). La gustoducina está formada a su vez por tres subunidades:  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  que en contacto con el glutamato se separan y catalizan reacciones químicas que determinan el cierre o la apertura de canales iónicos.

Las vías gustativas están inervadas por:

- Cuerda del tímpano: fibras nerviosas localizadas en los dos tercios anteriores y que forman parte del nervio facial.
- Glossofaríngeo: lleva la información del tercio posterior de la lengua.
- Nervio vago: transporta señales desde el tercio superior del esófago y epiglotis (Fuentes *et al.* 2010).

Todas las fibras gustativas se agrupan y terminan finalmente en el lóbulo parietal de la corteza cerebral que es donde el estímulo gustativo es traducido como percepción conciente.

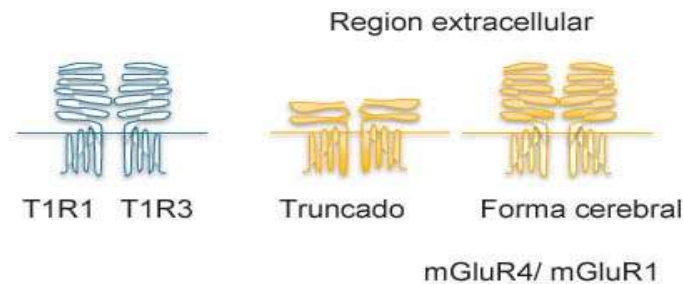
Investigaciones con base molecular, neurofisiológica, farmacológicas y técnicas de comportamiento han logrado identificar candidatos receptores para el *umami*. Estas moléculas (detectadas primeramente en estudios realizados en ratas) serían una variante de los receptores cerebrales, y han sido denominadas: *taste mGluR4*, receptores metabotrópico acoplado a la proteína G, y que se localizan en las papilas calciformes inervadas por el glossofaríngeo (Yasuo *et al.* 2008, Sugimoto *et al.* 2005, Sako *et al.* 2003).

El segundo receptor que se encontró fue el heterodímero (moléculas compuesta por dos subunidades diferentes): *taste receptor 1 tipo 1 y tipo 3* (T1R1/T1R3) (San Gabriel 2009).

Otro candidato es una variante de *taste mGluR4* con un dominio N-terminal truncado: *truncado mGluR1* (Yasuo *et al.* 2008), que al igual que los anteriores, se distribuyen en la boca y el tracto gastrointestinal (Ghirri *et al.* 2012).

La mayoría de los estudios evidencian que la participación de T1R1/T1R3 es independiente del sistema de los mGluRs en la detección del gusto umami, y coinciden en que existen múltiples receptores y vías de transducción para dicha modalidad gustativa (Yasumatsu *et al.* 2012, San Gabriel 2009, Yasuo *et al.* 2008, Sugimoto *et al.* 2005).

En la figura 9 podemos observar los tres receptores candidatos para el GMS, los cuales se ubican en la membrana celular de las células gustativas, lugar donde se unen con el GMS

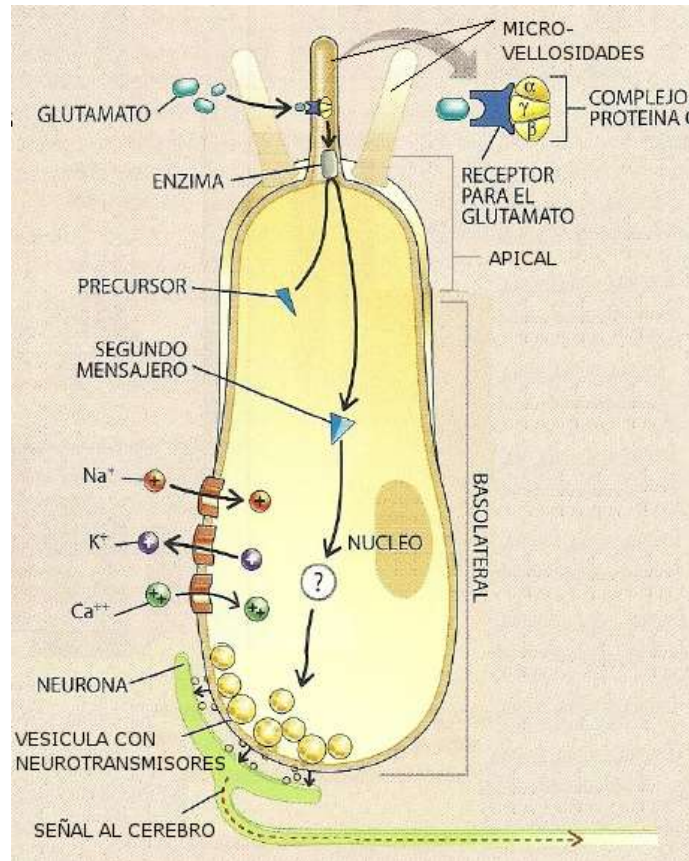


**Fig. 9** Localización de los receptores para el GMS

Fuente: (San Gabriel 2009)

En forma esquemática podríamos decir que los mecanismos de transducción del GMS propuestos por numerosos investigadores, se desencadenan a partir de la unión del glutamato con los receptores acoplados a la proteína G, lo cual activa una enzima que a su vez estimula a segundos mensajeros.

Estas moléculas producen liberación de calcio y despolarización de la célula con la consiguiente generación de potencial de acción que produce liberación de neurotransmisores que emiten señales al cerebro, lugar donde se hará conciente el estímulo *umami*.



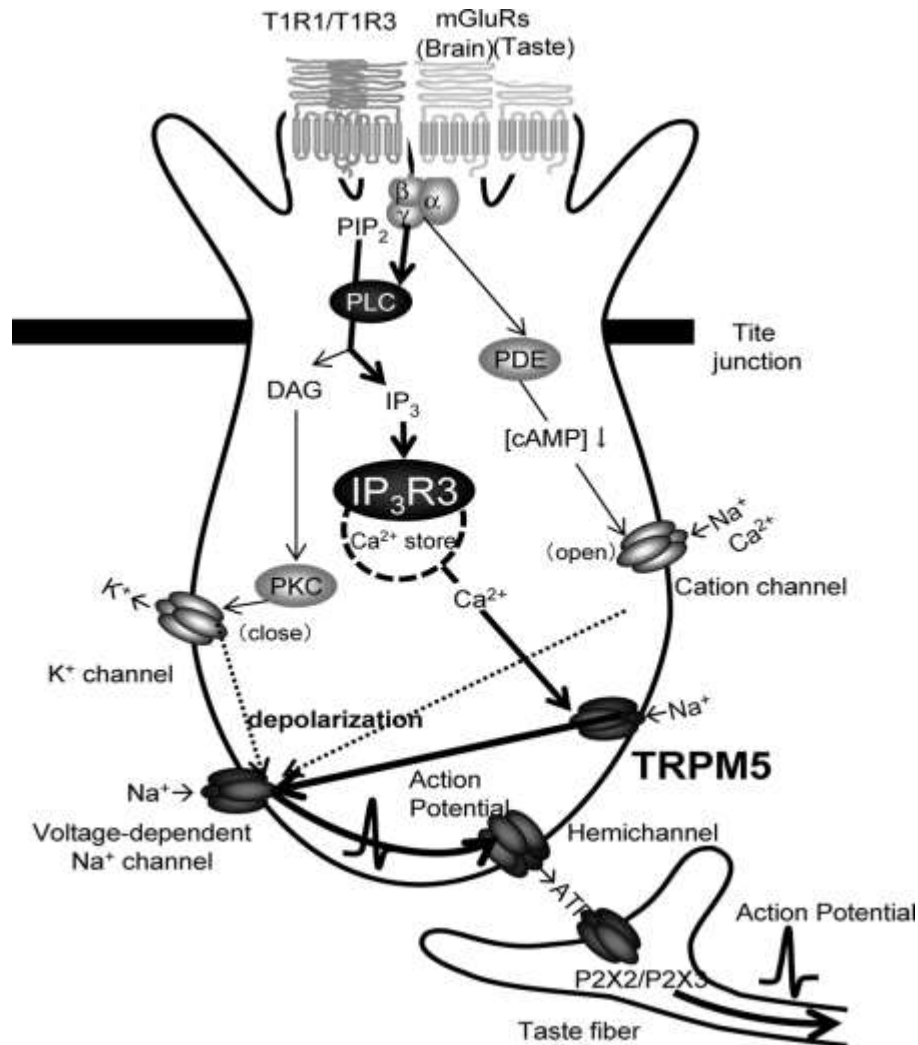
**Fig. 10** Esquema de las Vías de Transducción

Fuente: (Smith *et al.* 2004)

A continuación, se explica las posibles vías de transducción sugeridas por distintos autores (Fig. 11) (Kinnamon 2009, Yasuo *et al.* 2008, Sugimoto *et al.* 2005)

- El GMS se asocia con los receptores T1R1/T1R3 o los mGluRs (taste mGluR4 y truncado mGluR1) y activa la Proteína G.
- La proteína G se escinde en subunidades que activan la enzima fosfolipasa C (PLC) la cual hidroliza a la fosfatidilinositol -4,5-bisfosfato (PIP2) para generar los segundos mensajeros: inositol trifosfato (IP3) y diacilglicerol (DAG).
- El DAG puede activar la proteína quinasa C (PKC) que actúa cerrando los canales de potasio y despolarizando así la membrana celular.

- La gustoducina, o proteína G, también activaría la fosfodiesterasa (PDE) que produce la disminución de otro segundo mensajero: el adenosín monofosfato cíclico (c AMP) abriendo canales de sodio y calcio.



**Fig. 11** Posibles vías de transducción de las señales de GMS

Fuente: (Yasuo *et al.* 2008)

- La unión del IP<sub>3</sub> con el R<sub>3</sub> (receptor de inositol) produce la liberación del calcio de los depósitos intracelulares lo cual activa a los receptores de potencial transitorio: TRPM5. Esta proteína es clave en la transducción gustativa. Su activación por parte del calcio, conduce a la entrada de sodio, despolarización de la membrana y generación de un potencial de acción.

- Este potencial de acción libera los neurotransmisores, que en el caso del GMS, se supone que es el ATP (adenosín trifosfato).
- A través de los hemicanales de pannexin y conexina (dos proteínas que conectan el espacio intracelular y extracelular permitiendo el paso del ATP entre estos compartimentos) esta molécula de ribonucleótido se une a receptores ionotrópicos (P2X2 y P2X3) localizados en los axones de las neuronas de las fibras nerviosas aferentes gustativas las cuales transmiten la información al cerebro (Kinnamon 2009, Yasuo *et al.* 2008).

Estudios psicofísicos en humanos demostraron que la zona posterior de la lengua, innervada por el glosofaríngeo, es más receptiva y específica al GMS que la zona anterior, lo cual sugiere que la parte posterior es la dominante en la captación del *umami* en los mamíferos (San Gabriel 2009, Shi *et al.* 2004, Sugimoto *et al.* 2005).

En esta misma línea, otra prueba en la que se utilizó papel de filtro embebido en una solución con GMS, demostró también que la zona de la raíz de la lengua resultó la más sensible al umami (Yamaguchi *et al.* 2000).

La mayoría de los autores citados recomiendan profundizar las investigaciones para esclarecer, por ejemplo, el papel del AMPc, los patrones de expresión de otros receptores, las vías de transducción, las numerosas funciones fisiológicas asociadas al GMS, entre otras cosas.

### 3.1.9 El GMS y su Incidencia en la Salud

#### 3.1.9.1 Aporte protéico

La percepción del gusto umami esta determinada por un sistema complejo de receptores localizados en la cavidad oral y el tracto gastrointestinal. Dichas moléculas estimulan regiones cerebrales comprometidas en distintas funciones, desde la identificación de alimentos a la valoración afectiva de uno en particular, lo que puede influir en el comportamiento alimentario (Ghirri *et al.* 2012). Esta influencia marca la

ventaja evolutiva que aporta el umami, al incitar a consumir alimentos ricos en proteína. (Serra Simal 2012).

En efecto, una de las principales contribuciones del sabor umami es que actúa como una señal sensorial para detectar y reconocer fuentes de proteínas (Shi *et al.* 2010, Fernstrom 2009) de forma análoga en que los dulces indican fuentes de hidratos de carbono, teoría que sostuvo Kikunae Ikeda desde los albores de su descubrimiento (Gary Beauchamp 2009) y que fuera ratificada posteriormente por numerosos autores (Torii 2012, Shi *et al.* 2010, Fernstrom 2009, Yamaguchi *et al.* 2000).

Experimentos efectuados en animales advierten que la predilección por sustancias *umami* puede ser indicador de una nutrición protéica normal. En contrapartida, en casos de desnutrición por deficiencia de proteínas, la preferencia en el consumo se inclina hacia alimentos ricos en aminoácidos esenciales y cloruro de sodio, no así en componentes *umami* (Ghirri *et al.* 2012).

Cabe destacar, que aunque el glutamato sea un indicador de la presencia de proteínas en los alimentos, no lo es de la calidad biológica de aquellas (Fernstrom 2009).

### 3.1.9.2 Síndrome del Restaurante Chino

A fines de la década del 60, consumidores occidentales atribuyeron al GMS una serie de síntomas, tales como: dolor de cabeza, adormecimiento de brazos, debilidad y palpitaciones, que se conocieron colectivamente como “Síndrome del Restaurante Chino” (Ghirri *et al.* 2012, Bellisle 2008).

El primer caso informado se detectó en pacientes que comieron en un Restaurante chino. Desde entonces numerosos estudios se realizaron para determinar la incidencia del GMS en dicho síndrome.

Sin embargo, los ensayos clínicos no establecieron una relación directa entre la ingesta de GMS y los síntomas que integran el síndrome (Jinap *et al.* 2010, Freeman 2006). Así mismo, tampoco el consumo de hongos y queso parmesano, dos ingredientes



habituales en la comida oriental y con elevado nivel de GMS natural, revelaron signos asociados al Síndrome del Restaurante Chino en los mismos individuos (Bellisle 2008).

Un estudio multicéntrico, controlado con placebo, realizado con 130 personas supuestamente sensibles al GMS, se llevó a cabo para evaluar los efectos inducidos por el glutamato. Las conclusiones sugieren que el GMS en altas dosis y en ausencia de alimentos puede provocar más síntomas que un placebo. No obstante la frecuencia es baja y los resultados inconsistentes e irreproducible, ya que cuando se suministra GMS con las comidas no se observa el mismo comportamiento (Ghirri *et al.* 2012).

Los investigadores sugieren que se deberían estudiar también otros componentes, como la histamina, presentes en la comida china en elevados niveles y cuyos síntomas de toxicidad son similares a los observados en el Síndrome del Restaurante Chino. (Ghirri *et al.* 2012).

### 3.1.9.3 Enfermedades Cardiovasculares

Actualmente las enfermedades cardiovasculares son las que representan la mayor tasa de morbo-mortalidad, con un índice de 30% a nivel mundial (Valenzuela Landaeta *et al.*, 2011). El factor de riesgo asociado más importante es la hipertensión arterial, tanto en hombres como en mujeres, relacionado con más de un tercio de los episodios cardiovasculares (Rubinstein 2010).

Además, la presión arterial está vinculada directamente con el aumento de accidente cerebro-vascular, cardiopatía coronaria, insuficiencia cardíaca congestiva e insuficiencia renal crónica (Lombera *et al.* 2000). Por otro lado, está demostrado que el consumo de sal (cloruro de sodio) tiene una incidencia evidente sobre los niveles de presión arterial y que su exceso en la dieta influye en un mayor riesgo de mortalidad por accidentes cerebro-vasculares y enfermedades cardiovasculares (Valenzuela Landaeta *et al.* 2011).

En contrapartida, una merma en la ingesta de sodio produce una disminución de la presión arterial sistólica, tanto en hipertensos como en normotensos, con el consiguiente descenso del riesgo de padecer enfermedades asociadas.

Según los Organismos Internacionales, basados en evidencias recopiladas, la cantidad de sal recomendada no debe sobrepasar los 5 gr. diarios (ONU 2013) lo que equivale a 2000 mg de sodio (Longo *et al.* 2002).

Sin embargo el consumo actual en nuestro país supera ampliamente las recomendaciones. Es más, según la Segunda Encuesta Nacional de Factores de Riesgos para Enfermedades No Transmisibles el 25,4% de la población le agrega sal a los alimentos listos para el consumo (Ferrante *et al.* 2011).

Por lo anteriormente expuesto, resulta inminente la implementación de acciones que favorezcan la disminución del consumo de sodio a nivel poblacional. En este sentido, los gobiernos realizan distintas campañas para fomentar mejores hábitos alimentarios.

En este contexto, el GMS puede resultar muy útil ya que contiene sólo un tercio de sodio con respecto a la sal de mesa, se utiliza en menores cantidades (International Glutamate Information Service 2013) y no compromete la palatabilidad de los alimentos acentuando el gusto salado y el dulzor de los mismos (Ghirri *et al.* 2012, Garrido *et al.* 2009, Bellisle 2008)

Distintos trabajos de investigación se han realizado recientemente con el fin de evaluar la efectividad del GMS en reemplazo parcial de sal, cuyos resultados ratificaron esta hipótesis (Niño Orbegoso 2011, Gutierrez *et al.* 2006) y demostraron que puede contribuir en una reducción de hasta el 50% del cloruro de sodio de una receta conservando el sabor (Garrido *et al.* 2009).

Otro estudio (no publicado) llevado a cabo con adultos franceses sanos utilizó una comida habitual de esa población: paté de carne. Al mismo, se le añadió GMS reduciendo la concentración de sal. Las pruebas demostraron que el nivel de palatabilidad se mantuvo a pesar de la disminución del cloruro de sodio (Bellisle 2008)

Sin embargo, los efectos hedónicos fueron negativos cuando el GMS se utilizó solo, sin el agregado de sal, en algunos alimentos como: arroz hervido o frito. En cambio, cuando se le agregó sal o salsa de soja (que contiene GMS natural y sal) los resultados se revirtieron (Halpern 2000). Estos estudios sugieren que el glutamato debe estar en una concentración equilibrada con la sal para lograr un efecto sinérgico que favorezca el “redondeo” del sabor final del alimento.

#### 3.1.9.4 Hipogeusia

La hipogeusia, definida como la disminución de la sensibilidad gustativa, es una enfermedad que con frecuencia se manifiesta en personas ancianas.

La restricción en la apreciación del sabor conlleva una disminución del consumo de alimentos, declinación en la sensación de disfrute de los mismos y alteraciones en el estado de nutrición del individuo que terminan influyendo en el sistema inmunológico y en su calidad de vida (Garrido *et al.* 2009).

Según los resultados obtenidos de “pruebas de sensibilidad” realizadas en pacientes de edad avanzada, el gusto más afectado en la hipogeusia es el *umami*. Ante esta alteración gustativa las personas manifiestan pérdida de apetito y de peso (Sasano *et al.* 2014).

Otro trabajo realizado con adultos mayores, reveló que la adición de glutamato a alimentos nutritivos (sopas, verduras) aumentó la ingesta, sin incrementar la cantidad total de la comida, logrando un equilibrio al disminuir el consumo de alimentos servidos con posterioridad, tales como postres (Bellisle 2008).

Estudios efectuados en pacientes con cáncer de cabeza y cuello que fueron irradiados, evidenciaron un significativo aumento del umbral para la captación del gusto *umami*. Se estableció también una correlación positiva entre el incremento del umbral y la pérdida subjetiva del gusto. Entre los cinco sabores básicos, el *umami* mostró un patrón distintivo de deterioro, tendencia que creció paralelamente al nivel de radiación (Shi *et al.* 2004).

Considerando las características del glutamato puede resultar muy útil como resaltador del sabor para estimular la elección de alimentos nutricionalmente eficaces ante la falta de apetito (Ghirri *et al.* 2012) por perturbaciones en la detección del gusto.

### 3.1.9.5 Obesidad

Si bien muchos autores señalan los beneficios del GMS en la dieta, como la disminución de sal, su aporte a la palatabilidad y el efecto estimulador en personas inapetentes, otros advierten sobre el riesgo de inducir al consumo excesivo de este aditivo, como el aumento de la obesidad y la toxicidad neuronal.

Se ha podido comprobar a través de esta revisión bibliográfica, que existen dos corrientes antagónicas al respecto.

1) Un estudio realizado (año 1969) en ratas informaron un aumento drástico de peso en un período de 4 meses cuando se les suministraba altas dosis de GMS apenas nacidas y en comparación con las de control. Los animales presentaron lesiones hipotalámicas, lo cual se asoció con una afectación en la regulación del apetito (He *et al.* 2012).

Recientes hipótesis relacionan la ingesta de GMS crónica con una posible intoxicación neuronal, al interrumpir la cascada de señalización hipotalámica de acción de la leptina, (cuya función es regular la ingesta de alimentos y el equilibrio energético) causando resistencia a la misma, hiperfagia y obesidad (He *et al.* 2012).

Otro trabajo publicado en 2012 pero realizado en agosto de 2008, analizó datos del Estudio Internacional de Macro/Micro Nutrientes y Presión Arterial, mas conocido como Estudio INTERMAP (He *et al.* 2012) para evaluar la relación entre la ingesta de GMS y el IMC<sup>10</sup> en adultos.

El INTERMAP realizó en 1997, un estudio transversal con 752 personas sanas de origen chino, con edades entre 40 y 59 años. Los participantes, de poblaciones rurales,

---

<sup>10</sup> IMC: Índice de Masa Corporal

cocinaban en sus casas y se les pedía que pesaran la cantidad de GMS que añadían en las preparaciones.

Las conclusiones a las que arribaron fueron que: se encontró una relación positiva entre la ingesta de GMS y el IMC, lo cual se asoció significativamente con la prevalencia del aumento de peso. Sin embargo, reconocen que el trabajo se vio limitado por: el bajo porcentaje de personas (3%) con IMC  $\geq 30$  (recordemos que un IMC mayor a 25 se considera sobrepeso); falta de información acerca de las concentraciones de leptina; y por tratarse de un estudio transversal, aunque único hasta el momento en relación a las variables observadas. Sugieren también, que se necesitan más estudios que reproduzcan los resultados obtenidos, que esclarezcan la etiopatogénesis, y que determinen la causalidad del GMS en el incremento del peso corporal (He *et al.* 2012) .

El mismo autor, publicó posteriormente un estudio de cohorte prospectivo, abierto y continuo, cuyo corolario y recomendaciones son similares a las anteriores (He *et al.* 2011).

Otros investigadores reportaron que el suministro oral de GMS en dosis elevadas a ratas preñadas, determinaban una reducción de peso severa y bajos niveles séricos de hormona del crecimiento en la descendencia. Por otra parte, los animales alimentados con GMS aumentaron al triple la absorción de agua y al doble la de alimentos respecto a las de control, y la cantidad de GMS oral resultó dependiente de la voracidad . En sus interpretaciones de los resultados, sugieren que el GMS presenta potencialmente toxicidad neuronal significativa y que a dosis ligeramente superior a las habituales, este hecho determina la tendencia a la obesidad en todo el mundo (Hermanussen *et al.* 2006).

2) En contrapartida, numerosas investigaciones sostienen argumentos opuestos a los anteriormente presentados.

Con respecto a la ganancia de peso en ratas inyectadas con GMS en dosis altas, sin alimentos y en período neonatal, algunos autores afirman que el aumento ponderal se debió a la destrucción de varias zonas cerebrales, incluido el hipotálamo, responsables del apetito y el metabolismo energético (Shi *et al.* 2010). Se necesitan altísimos niveles

en plasma de GMS para inducir a un daño hipotalámico. En ratones lactantes (considerando la especie mas vulnerable y la edad) se requiere una suba de 16 veces en GMS plasmático. (Ghirri *et al.* 2012). Tales cantidades no se observan en los humanos después de la ingestión de GMS (Ebert 2009) ni aún después de una ingesta abusiva. Tampoco puede acumularse, ya que el organismo excreta diariamente alrededor de 16 gr del glutamato que procesa, es decir del que absorbe de la dieta y del que genera durante el metabolismo (International Glutamate Information Service 2013).

En 2002, se inició en China un estudio a nivel Nacional en materia de Nutrición y Salud, el cual duró 5 años. A partir de éste, se determinó una submuestra de los participantes que representó la cohorte motivo de análisis. Los participantes, 2849 en principio y 1227 al finalizar, mayores de 20 años, fueron elegidos al azar entre tres poblaciones rurales de la provincia de Jiangsu. Este estudio a nivel poblacional, fue el segundo para investigar una posible asociación entre el consumo de GMS y la obesidad (Shi *et al.* 2010)

Las conclusiones señalaron que no se encontró que la ingesta de GMS se pueda asociar con la obesidad o con una ganancia de peso clinicamente significativa (o sea mayor al 5%) durante los 5 años de investigación (Shi *et al.* 2010).

Por otro lado, algunos estudios sugieren el uso de GMS, en alimentos reducidos en grasas, como una estrategia para estimular la elección espontánea de los mismos, que a la vez de mantener la palatabilidad, redujeron en un 30% el contenido lipídico, disminuyendo el consumo energético (Bellisle 2008).

Estudios con fMRI<sup>11</sup> y de comportamiento en roedores, revelan que el GMS, mediante el nervio vagal aferente, tiene efectos positivos luego de su ingestión en la digestión y apetencia por la comida. Así mismo, no se observaron conductas adictivas como las manifestadas con los dulces y el alcohol (Torii 2012).

El uso de técnicas como fMRI y mediciones de la expresión de cFos (una proteína que sirve de marcadora de la actividad neuronal) indican que el glutamato de la dieta incide

---

<sup>11</sup> fMRI: Imagen por Resonancia Magnética Funcional

en múltiples funciones fisiológicas, asignándole un rol integrador dietético en la homeostasis del cuerpo (Torii 2012).

No obstante, los investigadores sugieren seguir profundizando en el estudio de la conexión intestino-cerebro para explicar los mecanismos que inducen a la selección y utilización de los alimentos (Torii 2012)

#### 3.1.9.6 Diabetes

Los enfermos con diabetes tipo II con frecuencia tienen exceso de peso. Por lo cual es importante que realicen una correcta elección de los alimentos, bajos en calorías y que otorguen saciedad. Asimismo, los diabéticos tipo I también necesitan elegir correctamente los alimentos para evitar el trabajo pancreático y optimizar los efectos de las inyecciones de insulina.

En un estudio efectuado en un grupo de pacientes diabéticos hospitalizados, los nutricionistas seleccionaron alimentos que cumplieran con aquellos requerimientos (bajo índice glucémico, almidones, verduras) y a algunos de los mismos se les adicionó una adecuada cantidad de GMS (Bellisle 2008)

Los resultados arrojados fueron similares a los observados en los pacientes ancianos: se ingirieron más alimentos que contenían glutamato en detrimento de otros (como postres) sin alterar el valor calórico total.

#### 3.1.9.7 Otras Enfermedades

Nuevas evidencias señalan que la dieta está relacionada con el asma.

Al respecto, se investigó a través del análisis de los datos del Estudio de Nutrición Jiangsu Chino (2002-2007), la asociación entre el GMS de la dieta, los hábitos alimentarios y el asma (Shi *et al.* 2012).

Los resultados no mostraron correlación entre la ingesta de glutamato y el asma. Por el contrario, se señaló una asociación positiva entre el patrón de alimentación tradicional (altas cargas de arroz, harina de trigo y vegetales) y la enfermedad (Shi *et al.* 2012).

En concordancia con estos resultados, una reciente revisión bibliográfica de los ensayos referentes al mismo tema, infiere que no hay evidencia para apoyar la prevención de glutamato en adultos con asma crónica. Paralelamente, no se encontraron estudios sobre el efecto del GMS en niños con asma crónica (Zhou *et al.* 2012).

En base al mismo Estudio de Nutrición Jiangsu Chino, se analizó la relación entre el GMS, los niveles de hemoglobina y el riesgo de padecer anemia.

Hubo una correlación positiva entre la ingesta de GMS y el aumento de hemoglobina, mientras que la asociación fue inversa entre dicho consumo y el riesgo de anemia durante los años que duró el seguimiento (Shi *et al.* 2012).

En cuanto a la enfermedad celíaca, el glutamato o ácido glutámico no está relacionado con el gluten. Las personas que padecen el síndrome celíaco pueden reaccionar, por ejemplo, con el trigo que puede presentar la salsa de soja, no así con el GMS (International Glutamate Information Service 2013)

## **3.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS**

### **3.2.1 Definición - Generalidades**

La evaluación sensorial de los alimentos es un acto primario del hombre: desde su nacimiento y de manera consciente o inconsciente, acepta o rechaza los alimentos según las sensaciones que percibe al consumirlos (Carpenter *et al.* 2002).



Así pues, el éxito de un producto alimenticio depende de su capacidad de lograr el nivel de satisfacción que demandan los consumidores. Por lo tanto, los distintos atributos como el color, el sabor y la textura, son entre otros, los que determinan la elección de los alimentos de manera habitual.

La evaluación sensorial es el análisis de los alimentos mediante los sentidos (Alba *et al.* 2010), utilizando técnicas específicas y estandarizadas a fin de reducir la subjetividad en las respuestas. El término “sensorial” proviene del latín “*sensus*”, que significa “sentido”.

El IFT<sup>12</sup> la define como: *“la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”* (IFT 2013).

La evaluación sensorial surge como ciencia para evaluar la calidad de los alimentos, conocer la opinión de los consumidores, mejorar y optimizar la aceptación de los productos.

La Industria Alimentaria la utiliza para realizar investigaciones durante los procesos de elaboración, en la innovación de nuevos alimentos, como así también para el aseguramiento de la calidad, la promoción, comercialización y vida útil del producto (Hernandez Alarcón 2005).

El Análisis Sensorial está integrado por cuatro actividades:

- *Provocar*: la preparación y servicio de las muestras debe realizarse bajo condiciones controladas, según normativas reguladoras. Así, la Norma UNE 87-004-97 establece:
  - Jueces ubicados en cabinas individuales, donde emitirán su propio juicio.
  - Muestras marcadas aleatoriamente.
  - Productos presentados de manera aleatoria.

---

<sup>12</sup> IFT: Instituto de Tecnólogos de Alimentos

- *Medir*: los datos numéricos que se obtienen en las pruebas son recogidos para establecer relaciones entre las propiedades del producto y la percepción humana.
- *Analizar*: consiste en aplicar métodos estadísticos analíticos, que ordenen los datos y proporcionen resultados.
- *Interpretación de resultados*: el analista en Evaluación Sensorial interpreta los resultados, redacta conclusiones de la Prueba teniendo en cuenta las limitaciones de la misma, los riesgos y el alcance del análisis.

### 3.2.2 Percepción Sensorial

La percepción es la apreciación consciente de la sensación, la cual puede medirse sólo por métodos psicológicos. Los estímulos en cambio, se cuantifican por procedimientos físicos o químicos (Sancho *et al.* 1999).

La percepción de un estímulo, físico o químico, es la relación de la información captada por los sentidos, los cuales la procesan y emiten una respuesta o sensación de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo.

El orden de percepción que tiene un degustador hacia un alimento es:



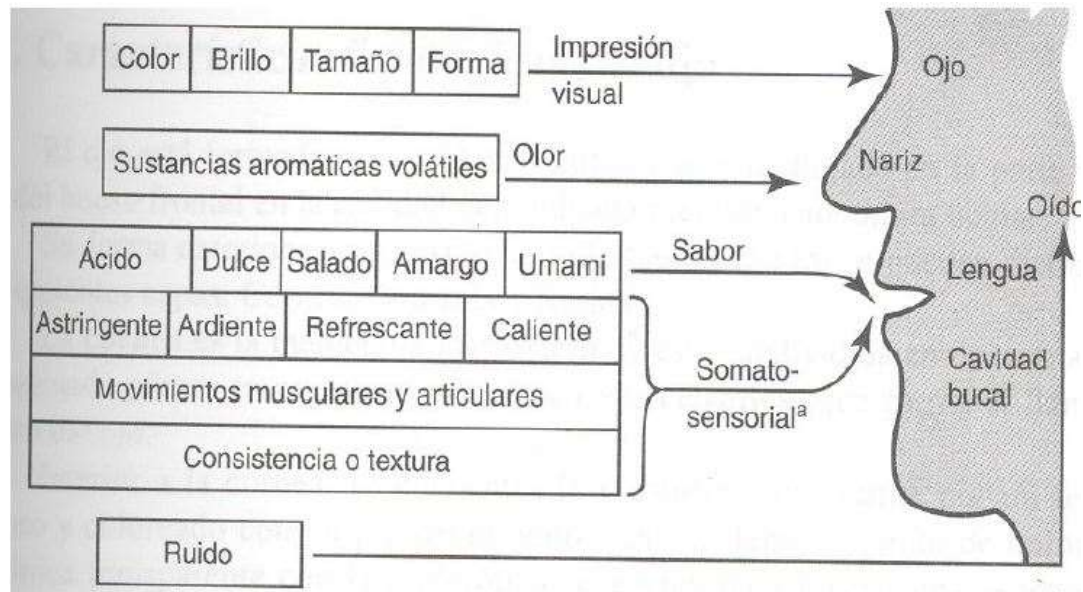
**Fig. 12** Secuencia de la percepción sensorial

Fuente: (Hernández Alarcón 2005)

Durante las pruebas sensoriales, la percepción juega un rol primordial, a través de la cual el catador emite un juicio espontáneo de la sensación que experimenta hacia un alimento, para luego expresar la cualidad y la intensidad percibida.

Según sea la sensación (agradable o desagradable) provocada por el alimento, será aceptado o rechazado.

En la figura 13 se presentan las distintas percepciones de un producto alimenticio



**Fig. 13** Sensograma

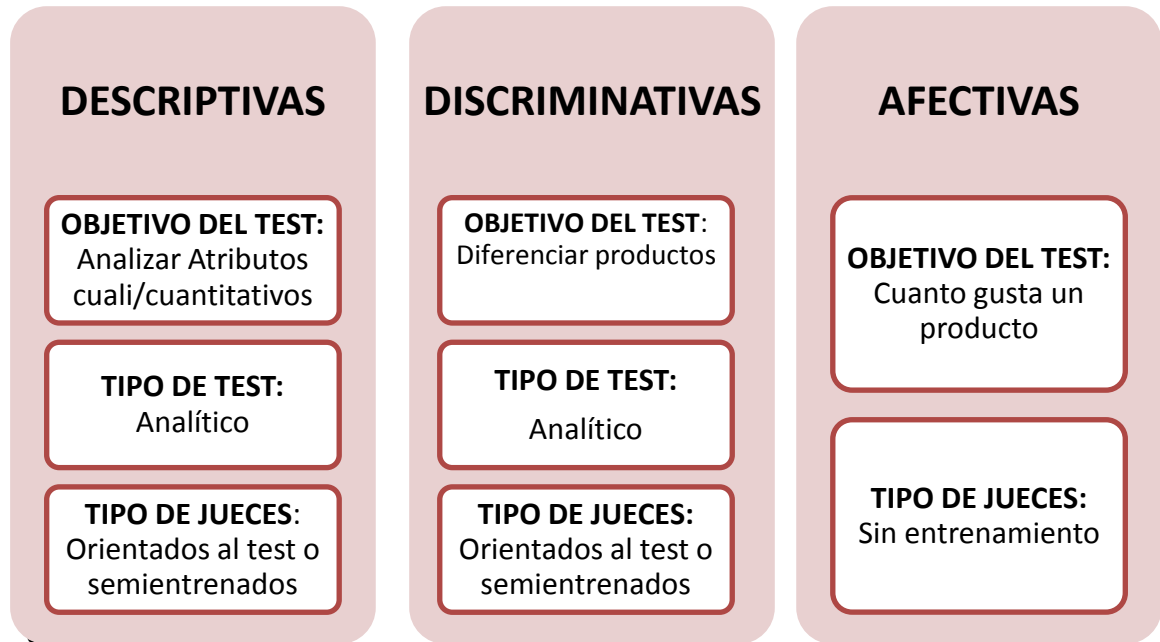
Fuente: <http://avibert.blogspot.com/2012/03/la-evaluacion-sensorial-como-una.html>

### 3.2.3 Clasificación de las Pruebas de Evaluación Sensorial

Las Pruebas Sensoriales empleadas en la industria de alimentos se dividen en:

- **Descriptivas:** se basan en la descripción o detalle de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Los jueces son entrenados durante seis u ocho sesiones en las que se elabora un conjunto de diez a quince adjetivos con los que se nombran a las sensaciones. En una segunda etapa se aprende a medir la magnitud o la intensidad de la propiedad del alimento. Es la más completa de las pruebas (Demmel *et al.* 2009).
- **Discriminativas:** se emplea para determinar si existen diferencias entre dos o más productos, tomando como referencia a una muestra control o producto típico (Demmel *et al.* 2009).

- *Afectivas*: también llamadas hedónicas, mediante las cuales se evalúa si el producto agrada o no. Está orientada a jueces no entrenados o consumidores y suelen utilizarse para determinar la aceptabilidad de un alimento.



**Fig. 14** Clasificación de las Pruebas Sensoriales

Fuente: (Grosso *et al.* 2013)

Las Pruebas Afectivas se pueden clasificar en:

- Pruebas de Preferencia: se le presenta al panelista dos muestras codificadas para que determine cual prefiere. Para este tipo de pruebas se requiere alrededor de cincuenta panelistas.
- Pruebas de Aceptabilidad: consiste en pedirle a los panelistas que informen sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto. Los resultados son presentados en una escala verbal-numérica o gráfica, las que reciben el nombre de *escalas hedónicas*.

Las escalas hedónicas (del griego: ἡδον-*hedond-* que significa placer) son instrumentos de medición de las sensaciones, placenteras o desagradables, producidas por un alimento al degustador (Demmel *et al.* 2009). Se dividen en:

- ✓ *Verbales-numéricas*: se les solicita a los jueces que realicen una descripción verbal de la sensación que les provoca la muestra, la que a su vez se relaciona con números de una escala. Deben incluir un número impar de puntos, y contener el punto central: “ni me gusta ni me disgusta”. Generalmente, la más usada es la que contiene 9 puntos (Demmel *et al.* 2009).
- ✓ *Gráficas*: se usan cuando hay inconvenientes para describir los puntos de la escala o ante limitaciones de los jueces para entender las diferencias entre las expresiones nombradas en la escala (Demmel *et al.* 2009).



**Fig.15** Ejemplo de escala hedónica gráfica

Fuente: <http://apuntescientificos.org/afectivas.html>

### 3.2.4 Panel de Evaluación Sensorial

Los análisis sensoriales se llevan a cabo mediante paneles de catadores o degustadores, a los que se denomina “jueces”, quienes a través del uso de sus sentidos emiten sus juicios (Demmel *et al.* 2009).

Al momento de diseñar el panel de evaluación sensorial se deben tener en cuenta los siguientes ítems:

- *Tipo de Juez*: dependerá de la prueba a realizar
- *Criterio de selección de Jueces*:
  - Habilidad: capacidad para detectar una propiedad o diferenciar muestras
  - Disponibilidad: posibilidad de contar con todos los jueces para las pruebas
  - Interés: motivación de los jueces para realizar las tareas asignadas

- Desempeño: los participantes no pueden hacer juicios variables a lo largo del tiempo.
- *Número de Jueces*: dependerá del tipo de Prueba
- *Entrenamiento*: se realizará en caso que la prueba lo requiera
- *Edad*: dependerá del grupo en estudio.
- *Hábitos alimentarios*: si consume habitualmente el producto
- *Estado de salud*: dentición, alergias, enfermedades respiratorias o gustativas.
- *Localización*: ciudad, región o país donde se ejecutará la Evaluación Sensorial (Grosso *et al.* 2013)

**Tabla II** Clasificación de los jueces del panel sensorial

Fuente: (Grosso *et al.* 2013)

	EXPERTO	ENTRENADO	SEMIENTRENADO	CONSUMIDOR
<b>TIPO DE PRUEBA</b>	Descriptiva Discriminativas	Descriptiva Discriminativas	Discriminativas Simples	Afectivas
<b>CUALIDADES</b>	Habilidad, Experiencia, Sensibilidad	Habilidad Sensibilidad	Habilidad y Experiencia moderadas	Disposición voluntaria
<b>TIPO DE ENTRENAMIENTO</b>	Prolongado	Según tipo de Prueba	Muy superficial	No necesita
<b>USO DE TÉRMINOS</b>	Requiere	Requiere	Sencillo	No requiere
<b>COSTO</b>	Muy elevado	No tan elevado	Bajo	Muy bajo
<b>NÚMERO</b>	5	7 a 15	10 a 25	Más de 30
<b>OBSERVACIONES</b>	Difíciles de reemplazar	Se pueden reemplazar	-----	Familiaridad con el producto a evaluar

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

---

### 4.1 MUESTRAS CON UMAMI

De acuerdo al objetivo general de este Trabajo, se diseñó una receta culinaria, soufflé de calabacín, y se estandarizaron las técnicas de elaboración.

Se eligió esta preparación con calabacín por ser un ingrediente habitual en los internados o sanatorios en los que la autora desarrolla su actividad. Además, al tener como base un puré, se logró una mezcla en la cual la adición del glutamato podía distribuirse de manera homogénea.

A partir de la muestra control, sin sal, se calcularon las otras tres, con distintos gramajes de GMS añadido.

Las muestras a degustar por participante fueron seis: cuatro de aceptabilidad y dos para comparar el “regusto”.

Una vez obtenidas las muestras, se efectuó una Prueba Piloto con 15 jueces, a fin de ajustar las variables para evitar sesgo en los resultados finales.

#### 4.1.1 Ingredientes

Los ingredientes utilizados, fueron adquiridos todos en el mismo lugar, respetando marca y características. Para obtener 240 unidades se necesitaron:

- 1900 gr de calabacín
- 250 gr de ricota, marca García, semi-descremada (sachet de 500 gr)
- 240 gr de choclo blanco cremoso en lata, marca La Banda (lata de 300 gr)
- 9,4 gr de perejil fresco
- 1 gr de pimentón, marca Alicante,  
(sobre de 25 gr)
- 2 un. de huevos, de 60 gr cada uno.
- 250 cc de agua
- GMS: 0,2%: 0,7 gr  
0,5%: 1,8 gr  
0,8%: 5,6 gr en 2/6 de mezcla



**Fig. 16** Ingredientes

#### 4.1.2 ELABORACIÓN

- ❖ Pesar todos los ingredientes
- ❖ Pelar el calabacín
- ❖ Cortar el calabacín en cubos
- ❖ Cocinar el calabacín en el agua
- ❖ Aplastar el calabacín, con un pisapapas
- ❖ Dejar enfriar el puré
- ❖ Incorporar la ricota, los huevos, el choclo  
el pimentón, el perejil picado
- ❖ Mezclar todos los ingredientes.
- ❖ Dividir la preparación en 6/6



**Fig. 17** Pesaje y cortado de ingredientes



**Fig. 18** Unión de ingredientes



❖ Distribuir:

2/6 para la muestra sin sal

2/6 para la muestra con 0,8% de GMS

1/6 para la muestra con 0,5% de GMS

1/6 para la muestra con 0,2% de GM

❖ Agregar el GMS, según el porcentaje calculado.

❖ Colocar las mezclas en manga y llenar los pirotines

❖ Cocinar en horno a 180° C durante 15 minutos

Tª de cocción: 75° C

❖ Retirar del horno, dejar enfriar y colocar en las bandejas de transporte

**SOPORTE:** no se utilizó ningún medio alimenticio como soporte de la mezcla para no interferir en el gusto. El alimento se colocó en pirotines N° 3, en los que se cocinó y sirvió a los participantes del estudio.

**UTENSILIOS:** pelapapas, tabla de picar, olla de acero inoxidable, pisapapas, cuchara, cuchillo, contenedores plásticos (para repartir las mezclas), manga, asaderas.

#### 4.1.3 Dimensiones y Cantidad de Muestras

➤ Medidas:

- Alto: 1,5 cm
- Ancho: 3 cm
- Peso: 9 gr (en crudo)



**Fig. 19** División de muestras



**Fig. 20** Llenado con manga



**Fig. 21** Tamaño de las muestras

- Cantidad: se elaboraron un total de 1440 muestras, repartidas de la siguiente manera:
  - 1 tanda de 120 unidades para prueba Piloto
  - 5 tandas de 240 unidades cada una
  - 1 tanda de 120 unidades

Dentro del total de muestras están inculidas las 4 unidades por tanda para la determinación de sodio, las defectuosas y de refuerzo.

#### 4.1.4 Codificación y Presentación

Las muestras fueron identificadas con un número aleatorio de cuatro cifras obtenido de una Tabla de números aleatorios

Después de seleccionar los números de la Tabla, las muestras fueron registradas según se detalla a continuación:

- **3114** sin sal
- **4806** con 0,2% de GMS
- **7880** con 0,5% de GMS
- **0752** con 0,8% de GMS



Durante la Evaluación Sensorial, las muestras fueron presentadas en bandejitas de telgopor color blanco con los números de codificación correspondiente a cada una de ellas.

Tº de servido: 50º C

**Fig. 22** Bandeja de presentación de las muestras durante la prueba

#### 4.1.5 Neutralizantes

Los neutralizantes usados entre cada degustación fueron:

- Galletas de agua, sin sal, marca “Leiva”
- Agua potable.

#### 4.1.6 Instrumentos de Medición y Análisis

Para el peso bruto del calabacín, ricota y choclo se utilizó:

- ✓ Balanza de 5 kg

Para el pesaje de perejil, pimentón, huevos, GMS y muestras se usó:

- ✓ Balanza de precisión de 0,2 kg - Marca: Precision - Mod: TH200

Para la determinación de sodio de cada muestra se empleó:

- ✓ Balanza analítica: Marca: DENVER AA 200 - Serie: 75383
- ✓ Mufla Tª máxima: 1110° - Marca: INDEF - Modelo: 331-D - Serie: 4040252565
- ✓ Fotómetro de llama - Marca: Metrolab - Modelo: 305

## 4.2 EVALUACION SENSORIAL

#### 4.2.1 Pruebas Afectivas

Para realizar la Evaluación Sensorial se utilizaron las Pruebas afectivas de Aceptabilidad.

#### 4.2.1.1 Encuesta

Para el relevamiento de datos se confeccionó una encuesta en la que se incluyeron, además de la escala hedónica, algunas variables que permitieran posteriormente entrecruzar información a fin de obtener un análisis más detallado de las tendencias con respecto a la aceptación del GMS. Las variables incorporadas fueron:

- Edad:
- Sexo
- Consumo habitual de sal
- Si es o no fumador.

A continuación de estos datos, se agregó la escala hedónica numérica, para medir el grado de satisfacción que produce cada muestra al ser degustada por los panelista.

Los participantes determinaron el nivel de aceptabilidad de las formulación empleando una escala de 9 puntos, donde la puntuación 9 significa “me gusta muchísimo”, y la 1 “me disgusta muchísimo”. En el medio, la valoración 5 equivale a “ni me gusta ni me disgusta”.

Finalmente, se incorporó una pregunta para definir el atributo “regusto” entre la muestra sin sal y la de mayor concentración de GMS, 3114 y 0752 respectivamente.

En la Fig. 23 se puede observar el modelo de encuesta con la cual se evaluó.

<b>PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL</b>				
<b>Complete por favor la siguiente encuesta</b>				
Fecha: .....				
Edad: .....				
Sexo: .....				
Marque con un <b>X</b> en el casillero que corresponda a su respuesta				
Fumador: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Consumo los alimentos:				
- <input type="checkbox"/> sin sal				
- <input type="checkbox"/> con poca sal				
- <input type="checkbox"/> con cantidad normal de sal (la que contiene el alimento al momento de consumir)				
- <input type="checkbox"/> agrega sal a las comidas aunque ya contengan.				
Marque con una <b>X</b> en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra.				
<b><u>Atributo GUSTO del soufflé de calabacín</u></b>				
N° de muestra	.....	.....	.....	.....
<b><u>ESCALA</u></b>				
Me gusta muchísimo (9)	-----	-----	-----	-----
Me gusta mucho (8)	-----	-----	-----	-----
Me gusta bastante (7)	-----	-----	-----	-----
Me gusta ligeramente (6)	-----	-----	-----	-----
Ni me gusta ni me disgusta (5)	-----	-----	-----	-----
Me disgusta ligeramente (4)	-----	-----	-----	-----
Me disgusta bastante (3)	-----	-----	-----	-----
Me disgusta mucho (2)	-----	-----	-----	-----
Me disgusta muchísimo (1)	-----	-----	-----	-----
Entre la muestra N°..... y la N° ..... ¿cuál de los dos gustos permaneció más tiempo en su boca?				
La muestra N°.....				
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!				

**Fig. 23** Modelo de encuesta utilizado para el análisis sensorial.

#### 4.2.1.2 Panel de Jueces

El Panel de Jueces estuvo conformado por:

- Número de jueces: 200 voluntarios.
- Entrenamiento: sin entrenamiento.
- Edades: entre 18 y 70 años
- Sexo: varones y mujeres. No se determinó un porcentaje fijo.
- Estado de salud: personas sanas, no alérgicas a ninguno de los ingredientes.
- Hábitos alimentarios: que consuman los ingredientes al menos una vez al mes.
- Localización: Ciudad de Córdoba.
- Período de tiempo: Mayo, Junio y Julio de 2013

#### 4.2.1.3 Relevamiento

El relevamiento de los datos se realizó en horarios alejados de las comidas (entre las 10 hs. y 11hs por la mañana y entre las 17 hs. y 19 hs. por la tarde).

Las muestras fueron calentadas en microondas hasta alcanzar la temperatura de servicio indicada (50° C), en el lugar donde se realizaba la encuesta (casas de familia, universidades, comedores).

Las muestras fueron transportadas en contenedores plásticos identificados con el código asignado a las mismas.

Antes de realizar la prueba, se dispusieron los siguientes elementos:

- ✓ Bandeja con muestras identificadas.
- ✓ Vaso de telgopor de 180 cc o vaso de vidrio transparente de 200 cc., con agua
- ✓ Galleta de agua
- ✓ Encuesta

- ✓ Lápiz
- ✓ Servilleta

A fin de no interferir en los resultados, los consumidores recibieron la siguiente información antes de la degustación:

- Qué alimentos iban a ingerir: soufflé de calabacín. No se aclaró si tenían o no sal, ni se avisó de la incorporación de GMS.
- Cómo llenar la planilla de la encuesta.
- Cómo y en qué momentos usar los neutralizantes.
- Cómo elegir y puntuar las muestras.
- Qué significaba el atributo “regusto”, para que pudieran detectarlo (o no).

Con posterioridad a la prueba, las planillas fueron numeradas y archivadas en una carpeta.

### **4.3 DETERMINACIÓN DE SODIO**

Paralelamente a la Evaluación Sensorial, se realizaron los análisis de sodio de las distintas formulaciones.

Para que los resultados fueran representativos, se midieron cuadruplicados de cada partida.

El análisis se realizó en el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad Católica de Córdoba, con la colaboración de los profesionales a cargo.

Las muestras, de alrededor de 4 a 6 g (masa medida con balanza analítica), se calcinaron a 500 °C en mufla. Las mismas se diluyeron 1/5000 en agua bidestilada y desionizada. La concentración de sodio se determinó por espectroscopía de emisión atómica en fotómetro de llama.

Los patrones de la curva de calibración se prepararon a partir de una solución madre de sodio 101,04 mg/mL, preparada con NaCl PA. Las concentraciones de las soluciones patrón fueron: 1,01; 2,02 y 4,04 mg/mL. En todas el disolvente fue agua bidestilada y desionizada.

#### **4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos a través de las encuestas fueron volcados en una planilla Excel para ingresarlos, una vez ordenados, al Programa Infostat Profesional v. 2013 desarrollado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

Con los resultados del análisis sensorial se establecieron frecuencias absolutas y relativas para cada estrato de la escala hedónica. Además, se calcularon medias, medianas y desvíos estándar de aceptabilidad de cada muestra, y se analizaron diferencias significativas mediante un análisis de varianza (ANOVA) no paramétrica (Kruskal-Wallis) para un nivel de significancia del 5%. Además se realizó un Análisis Multivariado considerando contenido de sodio y cenizas; Análisis de Conglomerado combinado con el Análisis de Componentes Principales;

Con los resultados del regusto, se realizó una prueba de Chi-cuadrado ( $X^2$ ) para determinar diferencia significativa entre la muestra sin sal y la de mayor concentración de GMS.



## 5. Resultados y Discusión

### 5.1 ACEPTABILIDAD

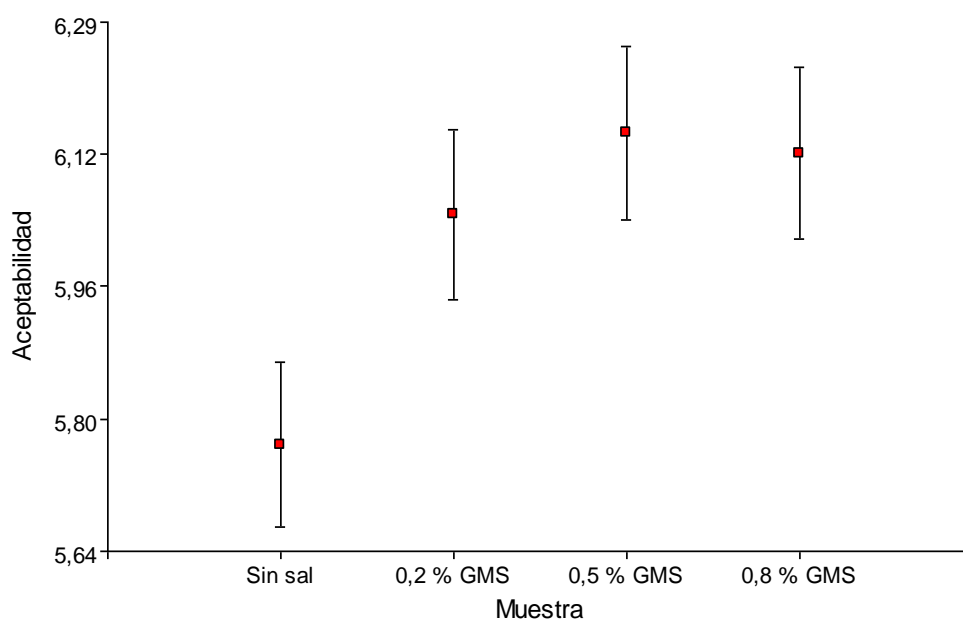
La Tabla III muestra las frecuencias absolutas, relativas y porcentuales de cada muestra, según la clase determinada por la categorización en la escala hedónica de la encuesta.

**Tabla III** Frecuencias absolutas y porcentuales de consumidores por categoría de la escala hedónica de la prueba de aceptabilidad.

Muestra	Categoría de escala hedónica	FA	FR %
Sin sal	1- Me disgusta muchísimo	1	0,5
	2- Me disgusta mucho	8	4,0
	3- Me disgusta bastante	2	1,0
	4- Me disgusta ligeramente	17	8,5
	5- Ni me gusta ni me disgusta	48	24,0
	6- Me gusta ligeramente	65	32,5
	7- Me gusta bastante	41	20,5
	8- Me gusta mucho	16	8,0
	9- Me gusta muchísimo	2	1,0
Con 0,2% de GMS	1- Me disgusta muchísimo	3	1,5
	2- Me disgusta mucho	2	1,0
	3- Me disgusta bastante	2	1,0
	4- Me disgusta ligeramente	17	8,5
	5- Ni me gusta ni me disgusta	34	17,0
	6- Me gusta ligeramente	72	36,0
	7- Me gusta bastante	41	20,5
	8- Me gusta mucho	21	10,5
	9- Me gusta muchísimo	8	4,0

Con 0,5% de GMS	1- Me disgusta muchísimo	3	1,5
	2- Me disgusta mucho	1	0,5
	3- Me disgusta bastante	3	1,5
	4- Me disgusta ligeramente	16	8,0
	5- Ni me gusta ni me disgusta	39	19,5
	6- Me gusta ligeramente	51	25,5
	7- Me gusta bastante	53	26,5
	8- Me gusta mucho	26	13,0
	9- Me gusta muchísimo	8	4,0
Con 0,8% de G	1- Me disgusta muchísimo	1	0,5
	2- Me disgusta mucho	1	0,5
	3- Me disgusta bastante	6	3,0
	4- Me disgusta ligeramente	20	10,0
	5- Ni me gusta ni me disgusta	33	16,5
	6- Me gusta ligeramente	58	29,0
	7- Me gusta bastante	46	23,0
	8- Me gusta mucho	26	13,0
	9- Me gusta muchísimo	9	4,5

La figura 24 muestra el gráfico de puntos para los resultados de aceptabilidad de las muestras, donde la variabilidad se representa con el error estándar. En el mismo se puede observar que la muestra de menor aceptabilidad es la que no posee sal.



**Fig. 24** Promedios de aceptabilidad para las distintas muestras

En la Tabla IV se muestran medidas de tendencia central como media y mediana, y medidas de dispersión como desviación estandar que nos permite determinar donde están localizados los valores de las distribuciones de frecuencias con relación a la media. Los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) no paramétrica (Kruskal-Wallis) y test posterior (prueba de Dunn) con un nivel de significancia del 5 % ( $p < 0,05$ ), se muestran en la misma tabla con letras, donde letras distintas indican diferencias significativas

**Tabla IV** Medidas de tendencia central y de dispersión para aceptabilidad

Muestra	Media	D.E.	Mediana
Sin sal	5,8 <sup>a</sup>	1,4	6 <sup>a</sup>
Con 0,2% de GMS	6,0 <sup>a, b</sup>	1,5	6 <sup>a, b</sup>
Con 0,5% de GMS	6,2 <sup>b</sup>	1,5	6 <sup>b</sup>
Con 0,8% de GMS	6,1 <sup>b</sup>	1,5	6 <sup>b</sup>

Los valores promedios de aceptabilidad estuvieron comprendidos entre 5,8 (muestra sin sal) y 6,2 (muestra con 0,5 % de GMS), siendo las formulaciones al 0,5% y al 08% las que alcanzaron los valores de media más elevados, aportando la primera menor cantidad de sodio y mayor aceptabilidad. A partir de los resultados del ANOVA, se encontraron diferencias significativas entre la muestra sin sal y las que poseen 0,5% de GMS y 0,8% de GMS. No hay diferencias significativas entre la muestra sin sal y la que contiene 0,2 % de GMS, ni entre las que poseen 0,2; 0,5 y 0,8 % de GMS.

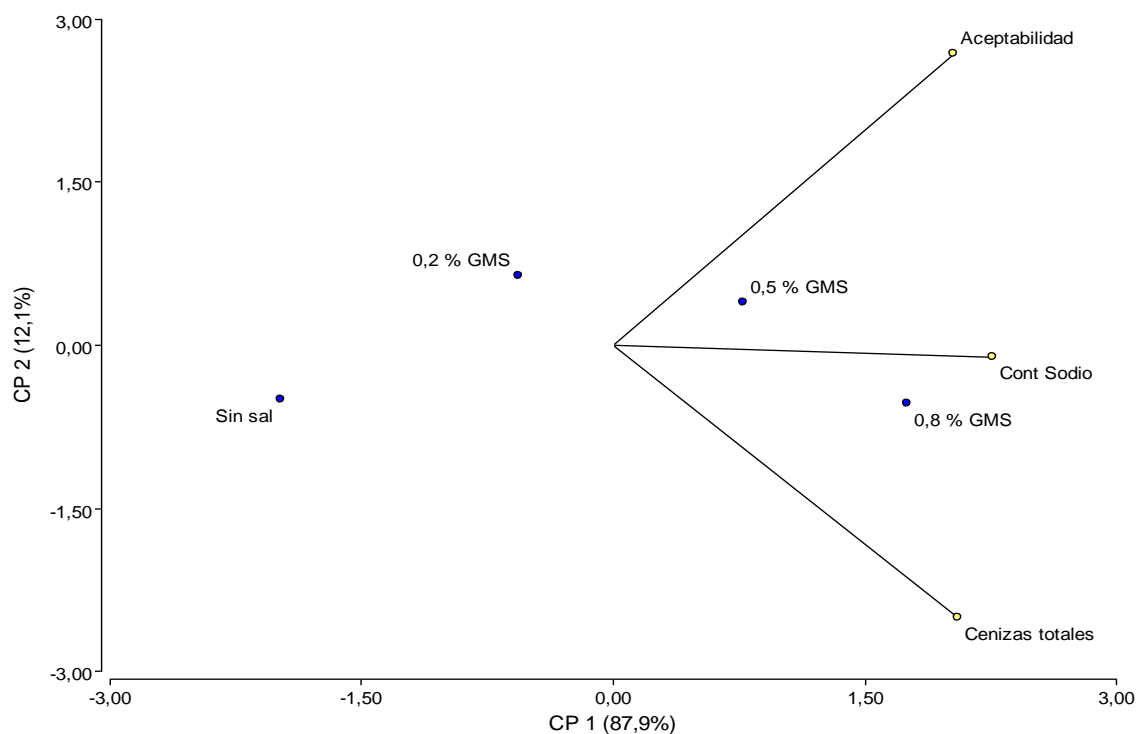
Las muestras con 0,5 y 0,8 % de GMS fueron las más aceptadas por los consumidores, con valores medios de aceptabilidad entre 6 –Me gusta ligeramente- y 7 -Me gusta bastante-. No obstante, el tratamiento con 0,5 % de GMS mostró una media levemente más alta. Esta concentración concuerda con la propuesta para el puré de papas por Essed y colaboradores (Eseed *et al.* 2009 ) en un estudio realizado sobre esta preparación, espinaca congelada y carne molida.

En la Tabla V se muestra el contenido de sodio y de cenizas totales de todas las muestras. Los valores medios en cantidad de sodio guardan relación a la concentración porcentual de GMS usada.

**Tabla V** Medidas de tendencia central y dispersión para contenido de sodio y cenizas totales.

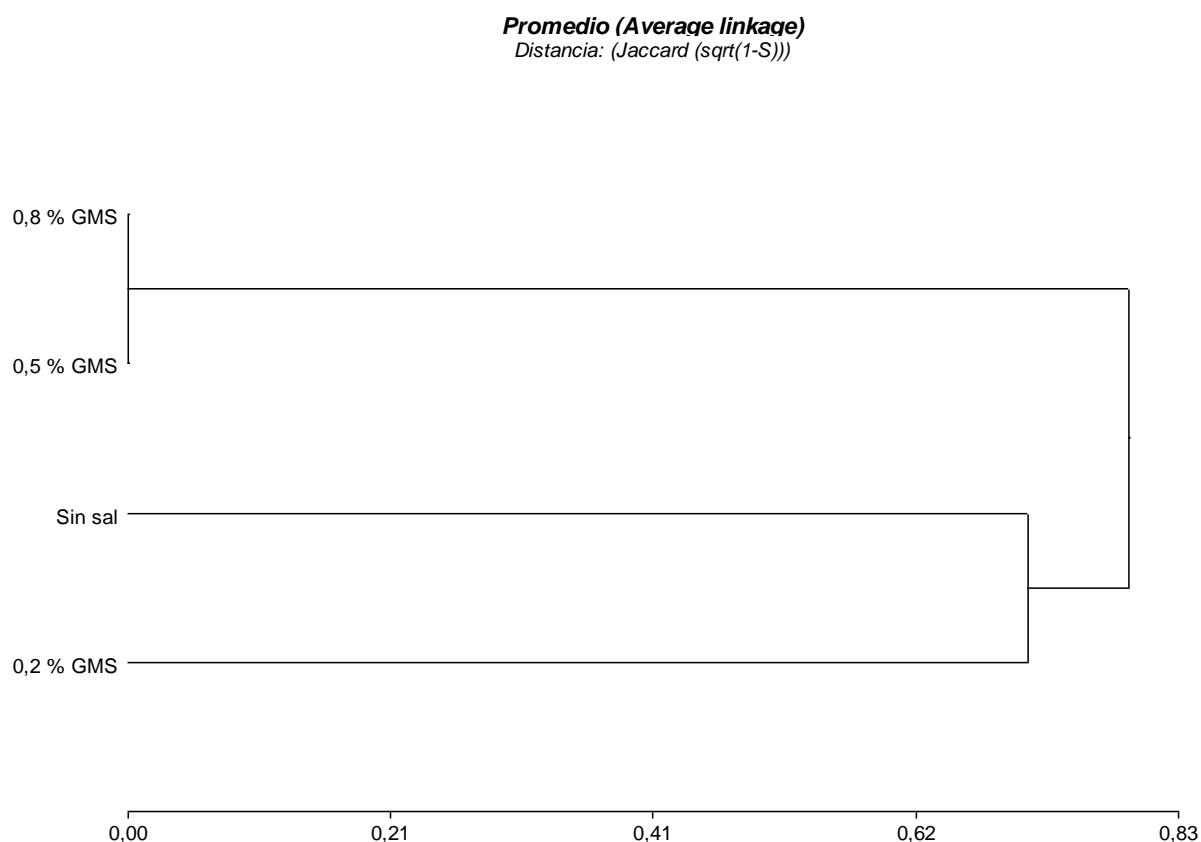
Muestra	Contenido de sodio, %	Cenizas totales, %
Sin sal	$0,10 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,5$
Con 0,2 % GMS	$0,14 \pm 0,03$	$2,0 \pm 0,6$
Con 0,5 % GMS	$0,18 \pm 0,03$	$2,3 \pm 0,8$
Con 0,8 % GMS	$0,2 \pm 0,06$	$2,7 \pm 0,9$

A partir del resultado obtenido del Análisis de Componentes principales (ACP), se puede observar que las muestras con agregado de 0,5 y 0,8 % de GMS practicamente comparten la misma zona en el gráfico biplot (figura 25), esto es, más relacionados con la aceptabilidad, contenido de sodio y cenizas totales.



**Fig. 25** Análisis de Componentes Principales

Los resultados del Análisis de Conglomerados o Cluster con distancia Jaccard (figura 26), que permite agrupar las variables en función del parecido o similitud existente entre ellas, mostraron que las muestras con 0,5 y 0,8 % de GMS comparten un mismo conglomerado y se evidencia una marcada distancia con las otras dos muestras (sin sal y con 0,2 % de GMS respectivamente).

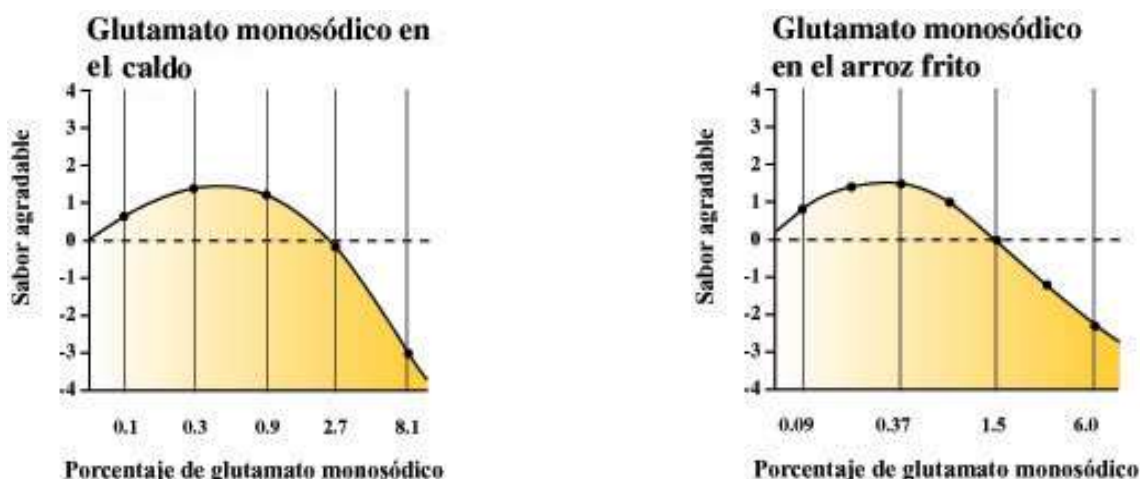


**Fig. 26** Dendograma del Análisis de Conglomerados con distancia Jaccard.

A partir de los resultados hasta aquí obtenidos, se advierte que las muestras con 0,5 y 0,8 % de GMS presentan un grado de aceptabilidad superior al resto de las muestras, los cuales no coinciden con las afirmaciones de Halpern (Halpern, 2000) quien sostiene que los efectos hedónicos en algunos alimentos pueden ser negativos cuando sólo se añade GMS (sin NaCl).

En cambio, sí concuerda con los resultados de un estudio de aceptabilidad de sopas deshidratadas (Garrido *et al.* 2009 ), en el que se concluye que la adición de GMS, actúa realzando el sabor, suavizando y mejorando la sensación en la boca, otorgando más cuerpo y aumentando la palatabilidad.

Sin embargo, el porcentaje más aceptado, 0,5%, es superior al sugerido por el IGIS para el caso de una sopa clara, en la que la recomendación no supera el 0,3% de GMS, o de 0,37% para el arroz frito. En la fig. 28 se muestra el nivel óptimo para ambos casos.



**Fig. 27** Niveles óptimos de GMS para caldo y arroz frito

Fuente: [http://www.glutamate.org/es/media/Glutamato\\_sabor\\_suave.php](http://www.glutamate.org/es/media/Glutamato_sabor_suave.php)

Esta diferencia concuerda con Ghirri en su estudio de “la función de las moléculas de umami en los alimentos” (Ghirri *et al.* 2012 ), en el que manifiesta que cada comida tiene un nivel óptimo de GMS, teoría compartida por Jinap (Jinap *et al.* 2010 ) y Sinesio (Sinesio, 2008), este último agrega que esto es atribuible a la matriz del alimento, guardando relación con las sustancias umami endógenas que pudiera aportar.

Por su parte Gutiérrez (Gutierrez *et al.* 2006 ) afirma que pruebas realizadas con paneles sensoriales sugieren que la cantidad óptima de GMS como resaltador del sabor fluctúa entre 0,2 - 0,8%.

Por lo que estamos en condiciones de afirmar, que para el caso del soufflé de calabacín, el porcentaje ideal de GMS es de 0,5% sin el agregado de sal de mesa, ya que no hay diferencia significativa con el agregado de 0,8 % de GMS en cuanto a aceptabilidad, y tiene la ventaja de que se agrega menor cantidad de sodio. Elegimos esta formulación, entre las dos muestras más aceptadas, en primer lugar porque es la que, junto con la de 0,8 %, mayor aceptabilidad obtuvo; en segundo, porque tal como lo expresa Kumiko Sugimoto (Sugimoto *et al.* 2005 ) el GMS es sutil y se aprecia mejor en cantidades moderadas que en altas concentraciones; en tercer lugar porque es la que menor cantidad de sodio aporta y por lo tanto la que más se adecua a dietas hiposódicas.

## 5.2 REGUSTO

En cuanto al regusto, para determinar si existen diferencias entre la muestra sin sal y la de mayor concentración de GMS, es decir de 0,8% para este estudio, se utilizó la técnica estadística de chi-cuadrado ( $X^2$ )

Las hipótesis planteadas fueron:

Ho= El regusto de la muestra sin agregado de sal es el mismo que en el caso de la muestra con agregado de 0,8 % de GMS.

Ha= El regusto de la muestra sin agregado de sal es diferente que el de la muestra con agregado de 0,8 % de GMS.

Para comparar las dos muestras respecto al regusto, se elaboró una tabla de contingencia.

Aplicando la fórmula de  $X^2$  (chi cuadrado) se obtuvo el valor de  $p > 0,05$ , con lo cual podemos deducir que las diferencias no son significativas y por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Esta conclusión no acuerda con estudios realizados por Yamaguchi (Yamaguchi *et al.* 2000 ) quien sostiene que el GMS aporta una acentuada sensación de gusto luego de la ingesta de un alimento con umami. Una explicación a este hecho puede ser que estas afirmaciones fueron efectuadas sobre preparaciones que contenían, además, sal común, lo que favorece una sinergia con el GMS que podría aumentar el efecto de regusto.



## 6. CONCLUSIONES

---

De acuerdo a los objetivos planteados al principio de este estudio, se está en condiciones de aseverar que:

1) se realizó una evaluación sensorial de aceptabilidad de un alimento sin sal al que se le incorporó GMS en tres porcentajes distintos.

2) Para ello se desarrolló una receta, “souflé de calabacín”, y se definió cuáles serían las muestras a degustar por los participantes. Así, resultaron cuatro formulaciones: una sin sal (3114), y otras tres con: 0,2% de GMS (4806), 0,5% de GMS (7880) y 0,8% de GMS (0752).

3) Se Confeccionó la encuesta utilizando una escala hedónica de nueve puntos para medir el grado de aceptabilidad para el atributo gusto de las distintas muestras, y se las puso a consideración de una población de 200 jueces no entrenados, en una franja etárea entre 18 y 70 años, en la Cdad. de Córdoba.

La evaluación sensorial demostró que existen diferencias estadísticamente significativas entre la muestra sin sal y las muestras con agregado de 0,5% y 0,8 % de GMS, sin embargo, no hay diferencias significativas entre la muestra sin sal y la que contiene 0,2% de GMS, ni entre las muestras con GMS entre sí.

4) Ajustándose a los resultados, se puede afirmar entonces que la formulación de 0,5% de GMS es la óptima para el caso del souflé de calabacín y la que menor cantidad de sodio presenta, sin comprometer la palatabilidad.

Estos resultados son inéditos teniendo en cuenta que la bibliografía consultada hace referencia a las propiedades del umami como resaltador pero siempre en asociación con el cloruro de sodio.

Por consiguiente, queda demostrada la hipótesis, puesto que la adición de glutamato a un alimento sin sal logró la aceptabilidad de los consumidores, favoreciendo la disminución de la ingesta de sodio.

5) En alusión al “regusto”, se midió también en la misma evaluación sensorial, si existían diferencias significativas entre la muestra sin sal y la de mayor porcentaje con GMS, es decir la de 0,8%. Se determinó a través de los resultados estadísticos que los participantes no detectaron disparidad entre ambas muestras, con lo cual se deduce que una mayor cantidad de GMS en el soufflé de calabacín mantiene el mismo regusto que la muestra sin sal.

6) Se realizó la medición de sodio de doce muestras, de las distintas partidas, por espectroscopía de emisión atómica. Los datos volcados en la Tabla VI, mostraron lo que se esperaba encontrar: el aumento de sodio a medida que se incrementaba el contenido de GMS.

En conclusión, la concentración más aceptada para el soufflé de calabacín es la de 0,5%, la cual mejora la palatabilidad y es una valoración probada a la hora de proponerla en dietas hiposódicas y en la alimentación normal de las personas.

No obstante, y teniendo en cuenta la bibliografía, se deberá seguir investigando en cuanto a las cantidades de GMS para cada plato, sabiendo que dicha cifra varía según la presencia endógena de glutamato en cada alimento que lo componen.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

---

**Alba, J ; Izquierdo, J ; Gutierrez, F ; Vossen, P. 2010.** Aceite de Oliva Virgen. Análisis Sensorial. Madrid : Agrícola Española S.A.

**ANMAT. 2013.** ANMAT. [En línea] .

[www.anmat.gov.ar/consumidores/alimentos/aditivos.pdf](http://www.anmat.gov.ar/consumidores/alimentos/aditivos.pdf).

**Badui Dergal, Salvador. 2006.** *Química de los alimentos*. México : Pearson educación, pág. 453.

**Bellisle, France. 2008.** Experimental studies of food choice and palatability responses in European subjects exposed to the Umami taste. *Asia Pac J. Clin. Nutr.* , Vol. 17, S1, págs. 376-379.

**Brillat-Savarin. 1869.** *Fisiología del gusto o Meditaciones de gastronomía trascendental*. 2010. Madrid : Maxter, pág. 74.

**Burrin, D y Stoll, B. 2009.** Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* , Vol. 90 (suppl), págs. 850S-856S.

**Carpenter, R ; Lyon, D ; Hasdell, T. 2002.** Análisis Sensorial en el Desarrollo y control de la Calidad de Alimentos. Zaragoza : Acribia S.A.

**Cubero, N; Monferrer, A; Villalta, J. 2002.** *Aditivos Alimentarios*. Madrid : Mundi Prensa Libros, pág. 212. ISBN 84-8476-088-X (Mundi Prensa).

**Curtis, Robert. 2009.** Umami and the foods of classical antiquity. *Am J Clin Nutr.* , Vol. 90, 3, págs. 712-718.

**De Stefani, E ; Aune, D ; Boffetta, P ; Deneo-Pellegrini, H ; Ronco, AI ; Acosta, G. 2009.** Salted meat consumption and the risk of cancer: a multisite case control study in Uruguay. *Asian Pac J Cancer Prev.* , Vol. 10, 853-7.

**Demmel, G; Vazquez, A; Ferrari, M; Criado, S; Nepote, M; Grosso, N; Olmedo, R. 2009.** Analisis sensorial de diferentes marcas comerciales de orégano. 1ra. [Doc. de Trabajo]. Córdoba, Argentina : Educc.

**Ebert, A. 2009.** Evidence that MSG Does Not Induce Obesity. *Obesity.* , Vol. 17, 4, págs. 629-630.

**Énfasis Alimentación. 2012.** *Umami, el quinto sabor.* [En línea] 2012. [Citado el: 04 de Diciembre de 2012.] <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/65720-umami-un-nuevo-sabor>.

**Eseed, N.H; Hoek, M ; Van Staveren W ; Kok, F ; De Graaf, C. 2009.** Optimal preferred MSG concentration in potatoes, spinach and beef and their effect on intake in institutionalized elderly people. *The Journal of Nutrition, Health & Aging®.* , Vol. 13, 9, págs. 769-775.

**EUFIC. 2006.** EUFIC (European Food Information Council). *Seguridad alimentaria y calidad.* [En línea] Junio de 2006. [www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria-calidad/aditivos-alimentarios](http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria-calidad/aditivos-alimentarios).

**Fernstrom, John. 2009.** Symposium summary. *Am Journal Clin Nutr.* 2009, Vol. 90, 3, págs. 881-885.

**Ferrante, D ; Linetzky, B ; Konfino, J ; King, A ; Virgolini, M ; Laspiur, S. 2011.** Encuesta Nacional de Factores de Riesgo 2009: evolución de la epidemia de enfermedades crónicas no transmisibles en Argentina. Estudio de corte transversal. *Revista Argentina de Salud Pública.* Marzo, Vol. 2, 6, pág. 37.

**Food and drug administration (FDA). 2012.** U.S Food and Drug Administration. *Questions and Answers on Monosodium glutamate (MSG).* [En línea] 19 de Nov de 2012. [Citado el: 02 de Abril de 2013.]

<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm328728.htm>.

**Freeman, M. 2006.** Reconsidering the effects of monosodium glutamate: a literature review. *Journal of The American Academy of Nurse Practitioners*. Oct. , Vol. 18, 10, págs. 482-486.

**Fuentes, A ; Fresno, Ma. J.; Santanter, H ; Valenzuela, S ; Gutiérrez, M ; Miralles, R. 2010.** Gustatory Sensory Perception: a Review. *International Journal of odontostomatology*. Sept., Vol. 4, 2, págs. 161-168.

**Garrido, F; Jara, K; Wittig, E; Dondero, M; Mendoza, S; González, S. 2009.** Aceptabilidad de sopas deshidratadas de leguminosas adicionadas de realzadores del sabor (Umami). *Rev. Chil Nutr. Dic.*, Vol. 36, 4, págs. 1105-1112.

**Gary Beauchamp, K. 2009.** Sensory and receptor responses to umami: an overview of pioneering work. *Am Journal of Clinical Nutrition*. Sept., Vol. 90, 3, págs. 723S-727.

**Ghirri, A ; Bignetti, E. 2012.** Occurrence and role of umami molecules in foods. *International journal of food sciences*. Vol. 63, 7, págs. 871-881.

**Grosso, R ; Olmedo, R ; Ryan, L ; Nepote, V. 2013.** *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. [Power Point] Córdoba : Curso de Post-grado Esc. de Nutrición, Facultad de Cs. Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Junio-Sept .

**Gutierrez, C ; Sangronis, E. 2006.** Synergistic effect and quantification of 5´ribonucleotidos in the chicken soup. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. Septiembre, Vol. 56, 3, págs. 265-268.

**Halpern, BP. 2000.** Glutamate and the flavor of foods. *The Journal of Nutrition - The American Society for Nutritional Sciences*. Abril, Vol. 130, 4, págs. 910s-914s.

**Halpern, Bruce P. 2002.** What's in name? Are MSG and Umami the same? *Oxford Journals - Chemical Senses*. Vol. 27, 9, págs. 845-846.

**Hawkins, Richard. 2009.** The blood brain barrier and glutamate. *The American journal of clinical nutrition*. Vol. 90, 3, págs. 867S-874S.

**He, K ; Du, S ; Xun, P ; Sharma, S ; Wang, H ; Zhai, F ; Popkin, B. 2011.** Consumption of monosodium glutamate in relation to incidence of overweight in chinese adults: China Health and Nutrition Survey. *Am J Clin Nutr.* , Vol. 93, 6, págs. 1328-1336.

**He, K; Zhao, L; Daviglus, M; Dyer, A; Van Horn, L; Garside, D; Zhu, L; Guo, D; Wu, Y; Zhou, B; Stamler, J. 2012.** Association of monosodium glutamate intake overweight in chinese adult: The INTERMAP Study. *Obesity.* Sept., Vol. 16, 8, págs. 1875-1880.

**Hermanussen, M; García, AP; Sunder, M; Voigt, M; Salazar, V; Tresguerres, JA. 2006.** Obesity, Voracity and Short Stature: the Impact of Glutamate in the Regulation of Appetite. *Eur J Clin Nutr.* Enero, Vol. 60, 1, págs. 25-31.

**Hernandez Alarcón, E. 2005.** *Evaluación Sensorial.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá D.C : s.n. pág. 11, Guía didáctica.

**Ibañez, F; Torre, P; Irigoyen, A. 2003.** Aditivos Alimentarios. *Universidad Pública de Navarra.* [En línea] Agosto.  
[www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_agosto\\_03/funcionales/aditivos.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/funcionales/aditivos.pdf).

**IFT. 2013.** Institute of Food Technologists. [En línea]. <http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/science-reports.aspx>.

**International Glutamate Information Service. 2013.** Glutamate: the purest taste of Umami. *sitio web de IGIS.* [En línea] .  
[http://www.glutamate.org/centenary/centenary\\_discovery.html](http://www.glutamate.org/centenary/centenary_discovery.html).

**Jinap, S y Hajeb, P. 2010.** Glutamate. Its applications in food and contribution to health. *Appetite.* Agosto, Vol. 55, 1, págs. 1-10.

**Kalapanda, M. Appaiah. 2010.** Monosodium Glutamate in foods and its biological effect. [ed.] Christine Boisrobert. *Ensuring gobal food safety: exploring global harmonitation.* 2010. s.l. : Academic Press, 13, págs. 217-224.

**Kinnamon, Sue C. 2009.** Umami taste transduction mechanisms. *Am. Journal of Clinical Nutrition.* Sept. , Vol. 90, 3, págs. 753S-755S.

**Kurihara, Kenzo. 2009.** Glutamate: from discovery as a food flavor to role as a basic taste (umami). *Am J Clin Nutr.* , Vol. 90, 3, págs. 719s-722s.

**Lesbia, M; Liseti, S. 2002.** Índice de masa corporal, variables bioquímicas e inmunológicas de adultos mayores institucionalizados que recibieron dieta con glutamato monosódico. *An Venez Nutr.* , Vol. 15, 2, págs. 105-110.

**Lindemann, B; Ogiwara, Y; Ninomiya Y. 2002.** The Discovery of Umami. *Oxford Journal - Chemical Senses*, Vol. 27, 9, págs. 843-844.

**Lombera Romero, F; Barrios Alonso, V; Soria Arcos, F; Placer Peralta, L; Cruz Fenandez, J; Abadal, L; Rodriguez Padial, L; Gonzalez Juanatey, J. 2000.** Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Española de Cardiología en Hipertensión Arterial. *Revista Española de Cardiología*, Vol. 53, 1, págs. 66-90.

**Longo, E y Navarro, E. 2002.** Técnica Dietoterápica. Segunda. Bs. As : El Ateneo, págs. 291-292.

**Martinez Murillo, Ricardo. 1999.** El Cultural. [En línea] Dic.  
[http://www.elcultural.es/version\\_papel/CIENCIA/17910/Senales\\_gustativas](http://www.elcultural.es/version_papel/CIENCIA/17910/Senales_gustativas).

**Montejo, Frances. 2011.** Sweet and Umami taste. *Perceptnet*. Sept. , 97.

**Niño Orbegoso, Gina P. 2010.** Desarrollo de una sal baja en sodio. *Biblioteca Digital Repositorio Institucional UN*. [En línea] 9 de Febrero. <http://www.bdigital.unal.edu.co>.

**OMS.2006.** *Foro de la OMS sobre la Reducción del consumo de sal en la población.* París, Francia. [En línea] <http://www.who.int/dietphysicalactivity/salt-report-SP.pdf>.

**ONU. 2013.** Centro de Noticias ONU. *Nueva Guía sobre consumo de sal y potasio*. [En línea] Enero. <http://www.un.org/>.

**Reeds, P; Burrin, D; Stoll, B; Jahoor, F. 2000.** Intestinal glutamate metabolism. *Journal of nutrition*, Vol. 130, 4, págs. 978S-982S.

**Rubinstein, A; Colantonio, L; Bardach, A; Caporale, J; García Martí, S; Kopitowski, k; Augustovski, F; Pichón-Rivière, A. 2010.** Estimación de la Carga de las Enfermedades Cardiovasculares Atribuibles a Factores de Riesgo Modificables en Argentina. *BMC Public Health*. Oct., Vol. 10.

**Sako, N; Tokita, Ki; Sugimura, T; Yamamoto, T. 2003.** Synergistic Responses of the Chorda Tympani to Mixtures of Umami and Sweet Substance in Rats. *Chemical Senses Journal*, Vol. 28, 3, págs. 261-266.

**San Gabriel, Ana. 2009.** One hundred years of the taste umami. *Perceptnet*. Agosto, N° 87.

**Sancho, J; Bota, E; Castro, J.J. 1999.** *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. [ed.] Edicions de la Universitat de Barcelona. 1ª. pág. 33.

**Sano, Chiaki. 2009.** History of glutamate production. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Sept., Vol. 90, 3, págs. 729S-732S.

**Sasano, T; Satoh Kuriwada, S;Shoji, N; Likubo, M;Kawai, M; Uneyama, H; Sakamoto, M. 2014.** Important role of umami taste sensitivity in oral and overall health. *Current Pharmaceutical Design*. Mayo, Vol. 20, 16, págs. 2750 - 2754.

**Schwartz, C; Chabanet, C; Issanchou, S; Nicklaus, S. 2012.** Breast feeding duration: influence on taste acceptance over the first year of life. *British Journal of Nutrition*. , Vol. 109, págs. 1154-1161.

**SCOGS. 1980.** Select Committee on GRAS substance Opinion: Monosodium L-glutamate. [En línea]. <http://www.fda.gov/food/>.

**Serra Simal, Rafael. 2012.** Webfisio. [En línea].  
<http://www.webfisio.es/fisiologia/nervioso/textos/gusto.htm>.

**Shi, H; Masuda, M; , Umezaki, T; Kuratomi, Y; Kumamoto, Y; Yamamoto, T; Komiyama, S. 2004.** Irradiation impairment of umami taste in patients with head and neck cancer. *Auris Nasus Larynx*, 31, págs. 401-406.

**Shi, Z; Luscombe Marsh, N; Wittert, G; Yuan, B; Dai, Y; Pan, X; Taylor, A. 2010.** Monosodium glutamate is not associated with obesity or a greater prevalence of weight gain over 5 year:fFindings from the Jiangsu Nutrition Study of Chinese Adults. *British Journal of Nutrition*. Agosto, Vol. 104, 3, págs. 457-463.



**Shi, Z; Yuan, B; Taylor, A; Dal Grande, E; Wittert, G. 2012.** Monosodium glutamate intake increases hemoglobin level over 5 years among chinese adults. *Amino Acids*. Sept., Vol. 43, 3, págs. 1389-1397.

**Shi, Z; Yuan, B; Wittert, G; Pan, X; Dai,Y; Adams, R; Taylor, A; Cameron, W. 2012.** Monosodium glutamate intake, dietary patterns and asthma in chinese adults. *Journal List\_PLosOne*. , Vol. 7, 12.

**Sinesio, F; Comendador, F; Peparaio, M; Moneta, E. 2009.** Taste perception of umami-rich dishes in italian culinary tradition. *Journal of Sensory Studies*. Agosto, Vol. 24, 4, págs. 554-580.

**Singh, PB; Schuster, B; Seo, H-S. 2010.** Variation in umami taste perception in the German and Norwegian population. *European Journal of Clinical Nutrition*. Agosto, 64, págs. 1248-1250.

**Smith, D.; Margolskee, R. 2004.** El sentido del gusto. [En línea].  
[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/triton/programa\\_teoría\\_archivos/gusto.pdf..](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/triton/programa_teoría_archivos/gusto.pdf..)

**Sugimoto, K; Ninomiya, Y. 2005.** Introductory remarks on Umami research: Candidate receptors and signal transduction mechanisms umami. *Chemical Senses*, Vol. 30, Suppl 1, págs. i21 - i22.

**Tagua, Víctor. 2012.** Umami. El quinto sabor. *Hablando de ciencia*. [En línea] 7 de Mayo. <http://www.hablandodeciencia.com>.

**Torii, K. 2012.** Brain activation by the umami taste substance monosodium L-glutamate via gustatory and visceral signaling pathways, and its physiological significance due to homeostasis after a meal. *Journal of Oral Biosciences*, 54, págs. 144-150.

**Valenzuela Landaeta, K; Atalah Samur, E. 2011.** Estrategias globales para reducir el consumo de sal. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*. Junio, Vol. 61 , 2, págs. 111-119.

**Walker, R; Lupien, J. 2000.** The safety evaluation of monosodium glutamate. *The Journal of Nutrition*. Abril, Vol. 130, 4, págs. 1049S-1052S.

**Yamaguchi, S; Ninomiya, Kumiko. 2000.** Umami and food palatability. *The Journal of Nutrition*. 01 de Abril, Vol. 130, 4, págs. 921S-926S.

**Yasumatsu, K; Ogiwara, Y; Takai, S; Yoshida, R; Iwatsuki, K; Torii, K; Margolskee, R; Ninomiya, Y. 2012.** Umami taste in mice uses multiple receptors and transduction pathways. *The Journal of Physiology*. Marzo, 590.5, págs. 1155-1170.

**Yasuo, T; Kusuhashi, Y; Yasumatsu, K; Ninomiya, Y. 2008.** Multiple receptor systems for glutamate detection in the taste organ. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. Oct., Vol. 31, 10, págs. 1833-1837.

**Zhou, Y; Yang, M; Dong, BR. 2012.** Monosodium glutamate avoidance for chronic asthma in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6.